

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

25. 3. 2004

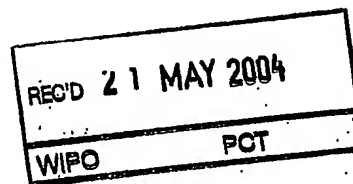
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 3 月 2 7 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 8 7 7 6 4
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 8 7 7 6 4]

出 願 人 浜 松 ホ ト ニ ク ス 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):

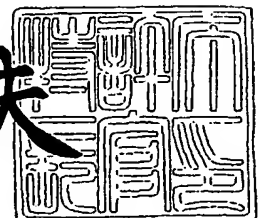


**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 4 年 4 月 2 8 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 2003-0018

【提出日】 平成15年 3月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01L 31/09

【発明者】

【住所又は居所】 静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1 浜松ホトニクス株式会社内

【氏名】 柴山 勝己

【特許出願人】

【識別番号】 000236436

【氏名又は名称】 浜松ホトニクス株式会社

【代理人】

【識別番号】 100088155

【弁理士】

【氏名又は名称】 長谷川 芳樹

【選任した代理人】

【識別番号】 100089978

【弁理士】

【氏名又は名称】 塩田 辰也

【選任した代理人】

【識別番号】 100092657

【弁理士】

【氏名又は名称】 寺崎 史朗

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 014708

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ホトダイオードアレイおよびその製造方法並びに放射線検出器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被検出光の入射面の反対面側に、複数のホトダイオードがアレイ状に形成された半導体基板を備え、

前記入射面側の、前記ホトダイオードが形成された領域と対応しない領域に所定の高さを有する凸状部を設けた

ことを特徴とするホトダイオードアレイ。

【請求項 2】 前記半導体基板が、前記入射面の反対面側に、周囲の領域よりも窪んだ表面側凹部を有し、該表面側凹部の底部に前記ホトダイオードが形成されている

ことを特徴とする請求項 1 記載のホトダイオードアレイ。

【請求項 3】 前記凸状部が、遮光性を有する樹脂または金属からなることを特徴とする請求項 1 または 2 記載のホトダイオードアレイ。

【請求項 4】 前記凸状部が、複数のスペーサユニットからなり、該各スペーサユニットを所定間隔で断続的に配置して形成されている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項記載のホトダイオードアレイ。

【請求項 5】 前記半導体基板には、隣接する前記各ホトダイオードの間にその各ホトダイオードを分離する不純物領域が設けられている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか一項記載のホトダイオードアレイ。

【請求項 6】 前記半導体基板の入射面側に、前記半導体基板と同じ導電型の高不純物濃度層が形成されている

ことを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項記載のホトダイオードアレイ。

【請求項 7】 第 1 導電型の半導体からなる半導体基板の片側表面に、不純物を添加して複数の第 2 導電型の不純物拡散層を形成し、各不純物拡散層と前記半導体基板とによる複数のホトダイオードをアレイ状に配列して形成する第 1 工程と、

前記不純物拡散層を形成した側の反対側表面において、前記ホトダイオードが形成された領域と対応しない領域に、所定の高さを有する凸状部を設ける第 2 工

程と

を備えることを特徴とするホトダイオードアレイの製造方法。

【請求項 8】 第 1 導電型の半導体からなる半導体基板の片側表面に、周囲の領域よりも窪んだ表面側凹部をアレイ状に配列して複数形成する第 1 工程と、

前記各表面側凹部の底部に不純物を添加して複数の第 2 導電型の不純物拡散層を形成し、各不純物拡散層と前記半導体基板とによる複数のホトダイオードをアレイ状に配列して形成する第 2 工程と、

前記不純物拡散層を形成した側の反対側表面において、前記ホトダイオードが形成された領域と対応しない領域に、所定の高さを有する凸状部を設ける第 3 工程と

を備えることを特徴とするホトダイオードアレイの製造方法。

【請求項 9】 前記凸状部を設ける前に、前記反対側表面に前記半導体基板と同じ導電型の高不純物濃度層を形成する工程

を更に有することを特徴とする請求項 7 または 8 記載のホトダイオードアレイの製造方法。

【請求項 10】 隣接する前記不純物を添加する領域の間に別の不純物を添加して第 1 導電型の不純物領域を設ける工程

を更に有することを特徴とする請求項 7～9 のいずれか一項記載のホトダイオードアレイの製造方法。

【請求項 11】 請求項 1～6 のいずれか一項記載のホトダイオードアレイと、

該ホトダイオードアレイの前記被検出光の入射面の側に取り付けられ、入射した放射線により発光するシンチレータパネルと

を備えることを特徴とする放射線検出器。

【請求項 12】 請求項 7～10 のいずれか一項記載の製造方法で製造されたホトダイオードアレイと、

該ホトダイオードアレイの前記凸状部が設けられた側に取り付けられ、入射した放射線により発光するシンチレータパネルと

を備えることを特徴とする放射線検出器。

【発明の詳細な説明】**【0001】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、ホットダイオードアレイおよびその製造方法並びに放射線検出器に関する。

【0002】**【従来の技術】**

この種のホットダイオードアレイとして、従来から、バンプ電極等の形成されている面の反対側（裏面側）から光を入射させるタイプの裏面入射型ホットダイオードアレイが知られている（例えば特許文献1参照）。この特許文献1に開示されているホットダイオードアレイは、図26および図27に示すように、n型シリコン基板133に、角柱状p層134を形成してpn接合によるホットダイオード140を形成し、そのホットダイオード140が形成されている表面側（図面の下側）とは反対側の裏面（図面の上側）に、負電極膜136を介してシンチレータ131が接着されてなっている。そして、そのシンチレータ131から、波長変換された光をホットダイオード140に入射させるとともに、その入射光に応じた電流をホットダイオード140により得て、その電流を表面側の正電極135、半田球139を介して、プリント基板137に設けられた半田パッド138に接続している。

【0003】**【特許文献1】**

特開平7-333348号公報

【0004】**【発明が解決しようとする課題】**

ところで、上述のホットダイオードアレイ、例えばCT用ホットダイオードアレイを実装するには、チップを吸着するコレットとして、平コレットと角錐コレットを使用することができるが、通常フリップチップボンディングを行う場合は平コレットが使用されている。CT用ホットダイオードアレイは、チップ面積が大きく（例えば、1辺20mmの矩形状）、図25（b）に示すように、通常のマウン

タで使用される角錐コレット161を使用すると、チップ162と角錐コレット161との隙間163により反り返りを生じ、この反り返りにより位置ずれを生じて実装精度が低下するおそれがある。また、フリップチップボンディングの際には加熱や加圧が必要となるが、角錐コレット161では熱伝達の効率が良くなくしかも、加えられる圧力によってチップエッジに損傷がもたらされるおそれもあり、角錐コレット161は薄いチップには不向きである。このような理由から、フリップチップボンディングを行う場合は、図25(a)に示すように、チップ面に面接触する平コレット160でチップ162を吸着しつつ、そのチップ162にヒータブロック164から熱と圧力を加えている。

【0005】

しかしながら、平コレット160を使用すると、チップ162のチップ面全体が平コレット160に接触することになる。この光入射面となるチップ面全体が平コレット160に接触して加圧および加熱を受けると、そのチップ面上の、ホットダイオードを構成する不純物拡散層と対応する領域に物理的なダメージ（損傷）が及ぶので、そのダメージによる外観不良や特性劣化（暗電流や雑音の増加など）がホットダイオードアレイにもたらされる。

【0006】

そこで、本発明は上記課題を解決し、実装時において、ホットダイオードが形成されている領域と対応する領域に及ぶダメージによる特性劣化を防止することが可能なホットダイオードアレイおよびその製造方法並びに放射線検出器を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明によるホットダイオードアレイは、被検出光の入射面の反対面側に、複数のホットダイオードがアレイ状に形成された半導体基板を備え、入射面側の、ホットダイオードが形成された領域と対応しない領域に所定の高さを有する凸状部を設けたことを特徴とする。

このホットダイオードアレイは、凸状部がホットダイオードの対応領域よりも突出しているため、実装時に使用される平コレットとの間に隙間を形成するスペーサ

として機能する。そのため、対応領域が平コレットに直に接触することなく保護され、加圧や加熱によるダメージを受けることがない。

【0008】

また、上記ホットダイオードアレイは上記半導体基板が、入射面の反対面側に、周囲の領域よりも窪んだ表面側凹部を有し、その表面側凹部の底部にホットダイオードが形成されているようにすることができる。

このホットダイオードアレイは、半導体基板の被検出光の入射面からホットダイオードまでの距離が短縮されるので、被検出光の入射により発生するキャリアの移動過程における再結合が抑制される。

【0009】

また、上記ホットダイオードは、上記凸状部が、遮光性を有する樹脂または金属からなるようにすることができる。そうすることにより、入射面側のホットダイオードが形成された領域と対応しない領域への光入射を防止でき、ホットダイオードアレイの解像度が向上することになる。

さらに、凸状部が複数のスペーサユニットからなり、各スペーサユニットを所定間隔で断続的に配置して形成されているようにすることもできる。

このホットダイオードアレイは、入射面側が凸状部により複数の領域に仕切られるが、その各領域が互いに連通するため、例えば後述するシンチレータパネルを装着するために、芯入射面側に樹脂を塗布したときに、その樹脂が各領域に行き渡り、また各領域内ではボイドが発生し難くなる。

【0010】

さらに、これらのホットダイオードアレイにおいて、半導体基板には、隣接する各ホットダイオードの間に、その各ホットダイオードを分離する不純物領域（分離層）が設けられているとよい。これらのホットダイオードアレイは、分離層により表面リークが抑えられるために、隣接するホットダイオード同士が電氣的に確実に分離されている。

上記いずれのホットダイオードアレイも、半導体基板の入射面側に、上記半導体基板と同じ導電型の高不純物濃度層が形成されていることが好ましい。このホットダイオードアレイは、半導体基板内部の光入射面付近で発生したキャリアがトラ

ップされることなく各ホットダイオードへ効率的に移動して、光検出感度を高めることができる。

【0011】

そして、本発明は、第1導電型の半導体からなる半導体基板の片側表面に、不純物を添加して複数の第2導電型の不純物拡散層を形成し、各不純物拡散層と半導体基板とによる複数のホットダイオードをアレイ状に配列して形成する第1工程と、不純物拡散層を形成した側の反対側表面において、ホットダイオードが形成された領域と対応しない領域に、所定の高さを有する凸状部を設ける第2工程とを備えるホットダイオードアレイの製造方法を提供する。

【0012】

このホットダイオードアレイの製造方法によれば、半導体基板の片側表面にホットダイオードがアレイ状に配列して形成され、その反対側表面のホットダイオードが形成された領域と対応しない領域に、所定の高さを有する凸状部を設けたホットダイオードアレイが得られる。

また、本発明は、第1導電型の半導体からなる半導体基板の片側表面に、周囲の領域よりも窪んだ表面側凹部をアレイ状に配列して複数形成する第1工程と、各表面側凹部の底部に不純物を添加して複数の第2導電型の不純物拡散層を形成し、各不純物拡散層と上記半導体基板とによる複数のホットダイオードをアレイ状に配列して形成する第2工程と、上記不純物拡散層を形成した側の反対側表面において、ホットダイオードが形成された領域と対応しない領域に、所定の高さを有する凸状部を設ける第3工程とを備えるホットダイオードアレイの製造方法を提供する。

【0013】

この製造方法によれば、半導体基板の片側表面に表面側凹部が形成されて、その表面側凹部の底部にホットダイオードがアレイ状に配列して形成され、その反対側のホットダイオードの非対応領域に、所定の高さを有する凸状部を設けたホットダイオードアレイが得られる。

上記いずれのホットダイオードアレイの製造方法も、凸状部を設ける前に、反対側表面に半導体基板と同じ導電型の高不純物濃度層を形成する工程を更に有する

とよい。この製造方法によれば、半導体基板と同じ導電型の高不純物濃度層が形成され、半導体基板内部の光入射面付近で発生したキャリアがトラップされることなく各ホットダイオードへ効率的に移動し、光検出感度を高めたホットダイオードアレイが得られる。

【0014】

また、上記いずれのホットダイオードアレイの製造方法も、隣接する不純物を添加する領域の間に別の不純物を添加して第1導電型の不純物領域を設ける工程を更に有するようにすることができる。この製造方法によれば、隣接する各ホットダイオードが電氣的に確実に分離されたホットダイオードアレイが得られる。

そして本発明は、上記いずれかのホットダイオードアレイと、ホットダイオードアレイの被検出光の入射面の側に取り付けられ、入射した放射線により発光するシンチレータパネルとを備える放射線検出器を提供する。

【0015】

また、上記いずれかの製造方法で製造されたホットダイオードアレイと、ホットダイオードアレイの凸状部が設けられた側に取り付けられ、入射した放射線により発光するシンチレータパネルとを備える放射線検出器を提供する。

これらの放射線検出器は、上記ホットダイオードアレイを備えているため、その光入射面側に設けられたホットダイオードが凸状部により、実装時における加圧や加熱によるダメージを受けることなく、これらによるノイズや暗電流等による特性劣化を防止できる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、同一要素には同一符号を用い、重複する説明は省略する。

(第1の実施形態)

まず、ホットダイオードアレイとその製造方法の実施形態について説明する。

図1は、本発明の実施形態に係るホットダイオードアレイ1を模式的に示す断面図である。なお、以下の説明においては、光Lの入射面(図1の上側)を裏面、その反対側(図1の下側)の面を表面としている。以下の各図においては、図示

の都合上、寸法が適宜変更されている。

【0017】

ホットダイオードアレイ1は、表面側において、pn接合による複数のホットダイオード4が縦横に規則正しいアレイ状に2次元配列されて、その一つ一つのホットダイオード4がホットダイオードアレイ1の画素としての機能を有し、全体で一つの光検出部を構成している。

ホットダイオードアレイ1は、厚さが30～300 μm （好ましくは100 μm ）程度で、不純物濃度が $1 \times 10^{12} \sim 10^{15} / \text{cm}^3$ 程度のn型（第1導電型）シリコン基板3を有している。そして、その表面側において、不純物濃度が $1 \times 10^{13} \sim 10^{20} / \text{cm}^3$ 程度で、膜厚が0.05～20 μm 程度（好ましくは0.2 μm ）のp型（第2導電型）不純物拡散層5が縦横の規則正しいアレイ状に2次元配列されている。このp型不純物拡散層5とn型シリコン基板3とによるpn接合がホットダイオード4を構成している。さらに、表面側にはシリコン酸化膜22が形成され、重ねてSiNからなるパッシベーション膜2が形成されている。

【0018】

また、各ホットダイオード4について、電極配線9が形成されている。この電極配線9は、膜厚が1 μm 程度のアルミニウムからなり、表面側において、各p型不純物拡散層5に電氣的に接続されている。また、各電極配線9には、所定の位置でパッシベーション膜2が開口された部分に、Ni-Auからなるアンダーバンプメタル（UBM）11を介して半田のバンプ電極12が電氣的に接続されている。

【0019】

一方、n型シリコン基板3の裏面側には、高不純物濃度層であるアキュムレーション層8が設けられている。このアキュムレーション層8は裏面側の略全体にわたって略均一な深さで形成されていて、n型シリコン基板3と同じ導電型であり、n型シリコン基板3よりも不純物濃度が高くなっている。また、このアキュムレーション層8を被覆し、保護すると同時に光Lの反射を抑制するAR膜24が形成されている。AR膜24は、SiO₂からなり、厚さ0.01～数 μm 程

度で形成されている。なお、ホットダイオードアレイ 1 はアキュムレーション層 8 を設けているが、アキュムレーション層 8 を設けなくても実用上十分許容しえる程度の光検出感度を有している。なお、AR 膜 24 は、 SiO_2 の他に SiN や必要な波長において反射防止ができるような光学膜を積層あるいは複合して形成してもよい。

【0020】

そして、表面側の各 p 型不純物拡散層 5 の存在する領域がホットダイオード 4 の形成されている領域（形成領域）で、それ以外の領域がホットダイオードの形成されない非形成領域となっており、裏面側 AR 膜 24 上の、各ホットダイオード 4 の形成領域と対応しない領域（以下「非対応領域」という）に、所定の高さで突出する凸状部であるスペーサ 6 が設けられている。このスペーサ 6 は、樹脂、金属または絶縁材からなり、所定の平面パターンを有し、n 型シリコン基板 3 の裏面上に、各ホットダイオード 4 の形成領域に対応する領域（以下「対応領域」という）よりも適宜な高さ（厚さ）で突出している。

【0021】

さらに、図示したホットダイオードアレイ 1 は、p 型不純物拡散層 5 同士の間、すなわち、隣接するホットダイオード 4 同士の間、 n^+ 型不純物領域（分離層）7 を膜厚 0.1 ～ 数 10 μm 程度で設けている。この n^+ 型不純物領域（分離層）7 は、隣接するホットダイオード 4 同士を電氣的に分離する機能を有するもので、これを設けることにより、隣接するホットダイオード 4 同士が電氣的に確実に分離され、ホットダイオード 4 同士のクロストークを低減することができる。しかし、ホットダイオードアレイ 1 はこの n^+ 型不純物領域 7 は設けなくても、実用上十分許容し得る程度の光検出特性を有している。

図 2 は、ホットダイオードアレイ 1 を構成する半導体チップ 30 の側面図およびその要部を拡大して示す断面図である。図 2 に示すように、半導体チップ 30 は幅 W_1 が 22.4 mm 程度で、厚さ D が約 0.3 mm の極めて薄い板状であり、上述のホットダイオード 4 を多数有し（例えば 16×16 個の 2 次元配列）、隣接する画素間のピッチ W_2 が 1.4 mm 程度の大面积（例えば $22.4 \text{ mm} \times 22.4 \text{ mm}$ ）のチップである。

【0022】

以上のように構成されたホットダイオードアレイ1は、ホットダイオード4が形成されていない裏面側から光Lが入射すると、その被検出光Lがアキュムレーション層8を通過して、pn接合部に達し、その入射光に応じたキャリアを各ホットダイオード4が生成する。このとき、アキュムレーション層8は、光Lの入射によって、n型シリコン基板3内部の光入射面（裏面）付近で発生したキャリアが光入射面やAR膜24との界面でトラップすることを抑制でき、そのキャリアをpn接合部へ効率的に移動させて、ホットダイオードアレイ1の光検出感度を高めるように機能する。生成されたキャリアによる光電流は、各p型不純物拡散層5に接続された電極配線9とUBM11を介してバンプ電極12から取り出される。このバンプ電極12からの出力によって、入射光の検出が行われる。

【0023】

上述のとおり、ホットダイオードアレイ1は、入射面側（すなわち裏面側）において、各ホットダイオード4の非対応領域に適宜な高さで突出するスペーサ6が設けられている。このスペーサ6は、半導体チップ30を平コレットに吸着してフリップチップボンディングを行う場合に平コレットに接触して、その平コレットと各ホットダイオード4の対応領域との間に隙間を確保するように機能する。これにより、光検出部を構成するホットダイオード4の対応領域はこのスペーサ6により、平コレットに直接接触することはない。したがって、ホットダイオードアレイ1は対応領域が加圧によるストレスや加熱によるストレスを直接受けないので、その対応領域のアキュムレーション層8に物理的なダメージ（損傷）が及ぶことなく、ホットダイオード4にそのようなダメージによる結晶欠陥等に起因する暗電流やノイズが発生することもない。よって、ホットダイオードアレイ1は、高精度な（S/N比が高い）光検出を行うことができる。

【0024】

また、後述するように、フリップチップボンディング以外、例えばホットダイオードアレイ1をシンチレータに一体化してCT用センサとする場合にも、シンチレータが直接対応領域に接触することがないから、シンチレータの取り付け時におけるダメージも回避することができる。

ところで、上述したように、スペーサ 6 は、フリップチップボンディングを行う際に平コレットに直に接触して、加圧され、加熱されるものであるから、この加圧や加熱から各ホットダイオード 4 の対応領域を保護し得る材料によって設けることが好ましい。例えば、スペーサ 6 を樹脂で形成する場合は熱膨張係数、可撓性、弾性特性、或いは加熱により不純物イオンが各ホットダイオード 4 へ拡散しないなどの条件を考慮すると、エポキシ樹脂、ポリイミド樹脂、シリコン樹脂、ウレタン樹脂、アクリル樹脂、フッ素樹脂或いはこれらの複合材料を用いるとよく、膜厚は、 $2 \sim 30 \mu\text{m}$ （好ましくは $5 \sim 6 \mu\text{m}$ ）程度とするのがよい。これらの樹脂を用いてスペーサ 6 を設けると、ホットダイオードアレイ 1 を実装する際の表面保護効果が高くなる。しかも、そのスペーサ 6 がホットダイオード 4 の電気的特性に影響を与えることがなく、製造方法も簡単である。特に、ポリイミド樹脂は耐熱性が良好であるため、実装する際に平コレットから受け得る熱を効果的に遮断することができて好適である。また、スペーサ 6 の樹脂にフィラーを添加して遮光性を持たせても良い。

【0025】

また、スペーサ 6 は、金属で設けてもよいが、その場合は遮光性を有する金属がよく、例えば、Al（アルミニウム）、Au（金）、Ni（ニッケル）、Cr（クロム）、Ti、シリサイド系等を用いることができ、これらの金属を互いに積層して設けてもよい。これらの金属を用いてスペーサ 6 を設けると、画素間に入射する光を遮断するためにホットダイオードアレイの解像度が向上することになり、また、放熱特性を高めることもできるために熱による雑音や誤動作を抑制することも可能となる。その効果はスペーサ 6 の平面パターン（詳しくは後述する）によっては著しいものとなる。また、例えば、スペーサ 6 を Al と Ni めっきの積層膜とした場合は、前者の膜厚を $1 \mu\text{m}$ 程度、後者の膜厚を $5 \mu\text{m}$ 程度とするのが好適である。

【0026】

さらに、スペーサ 6 は絶縁材を用いてもよく、その場合はガラス（ SiO_2 ）、 SiN 、低融点ガラス等を用いることができる。

スペーサ 6 を非対応領域に設ける場合、その平面パターン（ホットダイオードア

レイ 1 の平面図を想定すると、スペーサ 6 はホットダイオードアレイ 1 の表面上に所定のパターンを有している。そのパターンを「平面パターン」という) としては、種々のものが考えられ、例えば、図 12 や図 13 に示す平面パターンが考えられる。ここで、図 12、図 13 は、ホットダイオードアレイ 1 を模式的に示す入射面からみた平面図である。

【0027】

スペーサ 6 は、例えば、図 12 (a) に示すように、複数の連続した長い壁状スペーサユニット 13 a を縦横に規則的に配置して、そのそれぞれを十字状に交差させてなる連続十字パターン 6 a で形成することができる。また、同図 (b) に示すように、非対応領域の辻部 13 b 以外の部分に、複数の短い壁状スペーサユニット 13 c を所定間隔で断続的に配置した断続パターン 6 b で形成することもでき、同図 (c) に示すように、複数の十字状スペーサユニット 13 d を各辻部 13 b に配置して得られる断続十字パターン 6 c でもよい。

【0028】

これらの平面パターンは、いずれも複数のスペーサユニットを規則的に配置し得られる規則的なパターンであるが、例えば、短い壁状スペーサユニット 13 c や十字状スペーサユニット 13 d を互いの配置間隔を不規則に設定する等して、不規則なパターンにしてもよい。

スペーサ 6 を以上のような平面パターンで設けると、表面側には、スペーサ 6 によって仕切られた画素領域 17 が複数形成されるが、隣接する画素領域 17 はスペーサ 6 により完全に仕切られることなく連通している方がよい。そのためには、例えば、スペーサ 6 は上述の断続パターン 6 b や、断続十字パターン 6 c のように、スペーサユニットを断続的に配置した平面パターンで設けるとよい。

【0029】

また、隣接する画素領域 17 を連通させる代わりに、n 型シリコン基板 3 の裏面側に、例えば、図 13 (a) に示すように、スペーサ 6 をホットダイオード 4 の対応領域全体を取り囲める位置に縁取りした枠状スペーサユニット 13 e を配置した枠状パターン 6 d で形成し、その内側全体が画素領域 17 になるようにしてもよい。この場合は、同図 (b) に示すように、この枠状スペーサユニット 13

eの代わりに欠落部付の枠状スペーサユニット13fを設けて、枠状パターン6eとしてもよい。いずれの場合も、画素領域17が互いにスペーサ6により仕切られることなく形成される。

【0030】

上述のように、複数の画素領域17が形成され、しかも、スペーサ6を、複数のスペーサユニットを断続的に配置する等して、隣接する画素領域17が互いに仕切られることなく連通するような平面パターンで設けると、隣接するスペーサユニット同士の隙間が樹脂（例えば、後述のシンチレータパネル31を接着して放射線検出器50を設ける際に用いる光学樹脂35）の逃げ道として機能する。したがって、n型シリコン基板3の裏面側に樹脂を塗布したときに、画素領域17内にボイド（気泡）が発生し難くなり（ボイドが少なくなる）、その塗布した樹脂を各画素領域17に偏りなく行き渡らせて均一に充填することができる。

【0031】

なお、スペーサ6は、図13(c)に示すように、壁状スペーサユニット13aと枠状スペーサユニット13eをともに有する平面パターンで設けることもできるが、この場合は各画素領域17がスペーサ6により仕切られることとなる。また、この場合、スペーサ6に遮光性を有するものを適用すれば、各画素領域17がすべてスペーサ6により均一に仕切られていることから、ホトダイオードアレイ1の解像度を向上させるために適した構造になる。

次に、本実施形態に係るホトダイオードアレイ1の製造方法について、図3～図11に基づいて説明する。

【0032】

まず、図3に示すように、 $150 \sim 500 \mu\text{m}$ （好ましくは $350 \mu\text{m}$ ）程度の厚さを有するn型シリコン基板3を準備して、そのn型シリコン基板3の表面および裏面に、シリコン酸化膜(SiO_2)20を形成する（図4参照）。

次に、n型シリコン基板3の表面側のシリコン酸化膜20に、所定のホトマスクを用いたパターニングを行い、n⁺型不純物領域7を設けようとする領域のみ開口し、その開口された部分（開口部）からリンをドーピングしてn⁺型不純物領域7を設ける。この実施の形態では、裏面側にもn⁺型不純物領域7を形成してい

るが、表面側、裏面側とも n⁺型不純物領域 7 を設けない場合はこの工程（不純物領域形成工程）を省略してもよい。その後再び基板の表面および裏面にシリコン酸化膜 21 を形成する（図 5 参照）。このシリコン酸化膜 21 は後続の工程において、p 型不純物拡散層 5 を形成する際のマスクとして利用される。

【0033】

続いて、表面側のシリコン酸化膜 21 に、所定のホトマスクを用いたパターニングを行い、各 p 型不純物拡散層 5 を形成しようとする領域のみ開口する。そして、その開口部からボロンをドーピングし、p 型不純物拡散層 5 を縦横のアレイ状に 2 次元配列で形成する。これにより、各 p 型不純物拡散層 5 と n 型シリコン基板 3 の p-n 接合によるホットダイオード 4 が表面側に、縦横のアレイ状に 2 次元配列で形成され、このホットダイオード 4 が画素に対応する部分となる。その後再び熱酸化して基板の表面側にシリコン酸化膜 22 を形成する（図 6 参照）。

【0034】

次に、n 型シリコン基板 3 の全体の厚さが所定の厚さ（30～300 μm 程度）になるまで裏面を研磨して n 型シリコン基板 3 の薄型（薄板）化を行い、裏面側に n 型イオン種（例えば、リンや砒素）を 0.05～数 10 μm 程度の深さまで拡散させて、n 型シリコン基板 3 よりも不純物濃度が高い上述のアクкумуляション層 8 を形成する。さらに、熱酸化を行い、裏面側に AR 膜 24 を形成する（図 7 参照）。

【0035】

そして、ホットエッチング技術により各ホットダイオード 4 の形成領域において、各 p 型不純物拡散層 5 へつながるコンタクトホールをシリコン酸化膜 22 に形成する。続いて、蒸着により、アルミニウム金属膜を表面側の全体に形成した上で所定のホトマスクを用いてパターニングを行い、その金属膜の不要な部分を除去して電極配線 9 を形成する（図 8 参照）。

次に、n 型シリコン基板 3 の裏面側にスペーサ 6 を設ける（図 9 参照）。

【0036】

図 9 に示すように、スペーサ 6 を樹脂で設ける場合は次のようにする。まず、その材料となる樹脂（スペーサ樹脂）を裏面側に塗布し、それをスピニング

ングやスクリーン印刷法により全体に広げて硬化させる。その後、感光性樹脂（ホトレジスト）を塗布した上で、所定のホトマスクを用い、露光および現像して形成しようとするスペーサ 6 に対応させたレジストパターンを形成し、それをマスクにしてスペーサ樹脂を所定の領域にのみ残し、スペーサ 6 を所定の平面パターンで設ける。あるいは、スペーサ 6 の樹脂が感光性のものである場合は、直接、所定のホトマスクを用いて露光および現像して適宜キュアを行うことで得ることができる。このスペーサ 6 を設けることにより、光検出部を構成するホトダイオード 4 の対応領域が平コレットを用いて実装する際に接触せず、すなわち保護されることとなる。

【0037】

また、スペーサ 6 を金属で形成する場合は、上述の要領でスペーサ樹脂を塗布して硬化させる代わりに、スペーサ 6 の材料となる金属の被膜を、蒸着、スパッタリング、CVD等の手法で形成した上で、上述の要領でレジストパターンを設け、それをマスクにして所定の領域にのみ被膜を残して、所定の平面パターンでスペーサ 6 を設ければよい。この場合、その被膜の膜厚をめっきにより厚くしてもよい。そして、以上のようにしてスペーサ 6 を形成した後、表面側にスパッタやプラズマCVDなどにより、パッシベーション膜 2 となる SiN_2 5 を形成する。パッシベーション膜 2 は、 SiO_2 や PSG, BPSG などの絶縁膜、ポリイミド、アクリレート、エポキシ、フッ素樹脂やそれら複合膜や積層膜などであってもよい。なお、パッシベーション 2 の形成工程は透明樹脂膜 6 の形成する前に行ってもよい。

【0038】

続いて、その SiN_2 5 の所定の位置にコンタクトホールを形成し、電極取り出し部とする（図 10 参照）。さらに、バンプ電極 12 を設けるが、そのバンプ電極 12 として半田を用いる場合、半田はアルミニウムに対する濡れ性が悪いので各電極取り出し部とバンプ電極 12 を仲介するための UBM 11 を各電極取り出し部に形成し、その UBM 11 に重ねてバンプ電極 12 を形成する（図 11 参照）。以上の工程を経ることにより、実装時におけるダメージに起因するノイズが発生せず、高精度な光検出を行えるホトダイオードアレイ 1 を製造することが

できる。

【0039】

この場合、UBM11は、無電解メッキにより、Ni-Auを形成するが、リフトオフ法により、Ti-Pt-AuやCr-Auを形成してもよい。また、バンプ電極12は半田ボール搭載法や印刷法で所定のUBM11に半田を形成し、リフロすることによって得られる。なお、バンプ電極12は、半田に限られるものではなく、金バンプ、ニッケルバンプ、銅バンプでもよく、導電性フィラー等の金属を含む導電性樹脂バンプでもよい。なお、図にはアノード電極の取り出しのみを示しているが、カソード（基板）電極もアノード電極同様に、n⁺型不純物領域7から取り出すことができる（図示せず）。また、図ではアノード電極のバンプ電極12がn⁺型不純物領域7のエリアに形成された場合を示しているが、アノード電極のバンプ電極12は、p型不純物拡散層5のエリアに形成してもよい。

【0040】

次に、本発明の放射線検出器の第1の実施形態について説明する。

図23は、本実施形態に係る放射線検出器50の側断面図である。この放射線検出器50は、放射線を入射して、その放射線によって生じた光を光出射面31aから出射するシンチレータパネル31と、シンチレータパネル31から出射された光を光入射面から入射し、電気信号に変換する上述のホトダイオードアレイ1とを備えている。この放射線検出器50は、本発明に係るホトダイオードアレイ1を備えることを特徴としている。

【0041】

シンチレータパネル31はホトダイオードアレイ1の裏面側（入射面側）に取り付けられているが、ホトダイオードアレイ1は、その裏面側に上述したスペーサ6が設けられている。そのため、シンチレータパネル31の裏面、すなわち、光出射面31aが直接ホトダイオード4の対応領域に接することはない。また、シンチレータパネル31の光出射面31aと、スペーサ6を含む裏面側との隙間には光が十分透過するように特性を考慮した屈折率を有する光学樹脂35が充填されていて、この光学樹脂35により、シンチレータパネル31から出射された

光が効率よくホットダイオードアレイ 1 に入射するようになっている。この光学樹脂 35 は、シンチレータパネル 31 から出射された光を透過する性質を有するエポキシ樹脂や、アクリル樹脂、ウレタン樹脂、シリコン樹脂、フッ素樹脂等を用いることができるが、これらの複合材料を用いてもよい。

【0042】

そして、ホットダイオードアレイ 1 を図示しない実装配線基板上にボンディングする際には平コレットで表面を吸着する。しかし、ホットダイオードアレイ 1 の裏面には、上述したスペーサ 6 が設けられているため、平コレットの吸着面が直接対応領域に接することはなく、シンチレータパネル 31 を取り付けたときにその光出射面 31a がホットダイオード 4 の対応領域に直接接することもない。したがって、このようなホットダイオードアレイ 1 とシンチレータパネル 31 とを有する放射線検出器 50 は、実装時における対応領域のダメージによるノイズや暗電流等の発生を防止することができるから、光検出が精度よく行われ、放射線の検出も精度良く行える。

【0043】

(第 2 の実施形態)

次に、ホットダイオードアレイとその製造方法の第 2 の実施形態について説明する。

本実施形態では、図 14 に示すように、光 L の入射面の反対面側（表面側）に表面側凹部 45 を設けた n 型シリコン基板 43 を有するホットダイオードアレイ 41 を対象としている。なお、このホットダイオードアレイ 41 は、ホットダイオードアレイ 1 と共通部分を有するので、以下の説明は双方の相違点を中心に行い、共通部分については、その説明を省略ないし簡略化する。

【0044】

ホットダイオードアレイ 41 は、n 型シリコン基板 43 の表面側において、表面側凹部 45 が、縦横の規則正しいアレイ状に 2 次元配列で形成されている。各表面側凹部 45 は、その周囲の領域よりも厚さが薄くなるように窪ませて形成したもので、1.4～1.5 mm 程度の配置間隔で形成されている。そして、それぞれの底部 45a に上述のホットダイオード 4 が一つづつ形成されることによ

て、ホットダイオード4がアレイ状に2次元配列されたホットダイオードアレイ41を構成している。

【0045】

各表面側凹部45は、表面側において、例えば1mm×1mm程度の大きさの矩形状開口部を有し、その開口部からその底部45aに向かい（表面側から裏面側に向かって）開口寸法が漸次縮小するように窪んで形成され、その底部45aまでの深さは例えば50μm程度になっている。こうすることにより、表面側凹部45は、斜面状の側面45bを有している。また、表面側では、ホットダイオード4それぞれについて、p型不純物拡散層5に電氣的に接続された電極配線9が側面45bに沿って形成されている。この電極配線9にホットダイオードアレイ1と同様にパッシベーション膜2の所定の位置に開口部が形成され、さらに、UBM11を介してバンプ電極12が電氣的に接続されている。また、ホットダイオード4、4の間に、n⁺型不純物領域7も設けられている。

【0046】

一方、ホットダイオードアレイ41は、裏面側ではその全体にアキュムレーション層8が形成され、重ねてAR膜24が形成されている。このアキュムレーション層8、AR膜24ともに、上述したホットダイオードアレイ1と同様である。そして、AR膜24上の各ホットダイオード4の非対応領域に、上述のスペーサ6が設けられている。このスペーサ6も上述したホットダイオードアレイ1と同様である。

【0047】

図15は、ホットダイオードアレイ41を構成する半導体チップ36の側面図およびその要部を拡大して示す断面図である。図15に示すように、半導体チップ36は、幅W1が22.4mm程度で、厚さDが150～300μmの極めて薄い板状であり、上述のホットダイオード4を多数有し（例えば16×16個の2次元配列）、隣接する画素間のピッチW2が1.4mm程度の大面積（例えば22.4mm×22.4mm）のチップである。

【0048】

以上のように構成されたホットダイオードアレイ41は、ホットダイオード4が形

成されていない裏面側から光Lが入射すると、ホトダイオードアレイ1と同様にその被検出光Lがアキュムレーション層8を通過して、pn接合部に達し、その入射光に応じたキャリアを各ホトダイオード4が生成する。このとき、pn接合部が表面側凹部45の底部45aに設けられているのでn型シリコン基板43の裏面からホトダイオード4までの距離が短縮されている（例えば、10～100 μm 程度）。したがって、ホトダイオードアレイ41は、光Lの入射により発生するキャリアが移動する過程において、再結合により消滅してしまう事態が抑制され、そのことにより、検出感度を高く維持できるようになっている。

【0049】

また、アキュムレーション層8により、光Lの入射によって、n型シリコン基板43内部の光入射面（裏面）付近で発生したキャリアが再結合することなくpn接合部へ無駄なく効率的に移動することになるから、ホトダイオードアレイ41は、光検出感度が一層高くなっている（ただし、アキュムレーション層8を設けていなくても、ホトダイオードアレイ41は実用上十分許容しえる程度の検出感度を有している）。

なお、生成されたキャリアによる光電流は各p型不純物拡散層5に接続された電極配線9とUBM11を介してバンプ電極12から取り出される。このバンプ電極12からの出力によって、入射光の検出が行われる。この点については、ホトダイオードアレイ1と同様である。

【0050】

このホトダイオードアレイ41も、ホトダイオードアレイ1と同様に、各ホトダイオード4の非対応領域にスペーサ6が設けられているため、その半導体チップ36を平コレットに吸着してフリップチップボンディングを行う場合は、ホトダイオード4の対応領域がスペーサ6により保護され、平コレットに直接接触することはない。したがって、ホトダイオードアレイ41は、対応領域が加圧によるストレスや加熱によるストレスを直接受けないので、その対応領域のアキュムレーション層8に物理的なダメージ（損傷）が及ぶことはなく、ホトダイオード4にそのようなダメージに起因するノイズや暗電流が発生することもない。よって、ホトダイオードアレイ41は高精度な（S/N比が高い）光検出を行うこと

ができる。また、フリップチップボンディング以外、例えばホットダイオードアレイ 41 をシンチレータに一体化して CT 用センサとする場合にも、シンチレータが直接対応領域に接触することがないから、シンチレータの取り付け時におけるダメージも回避することができる。

【0051】

次に、本実施形態に係るホットダイオードアレイ 1 の製造方法について、図 3 ～ 図 6、図 16 ～ 図 22 に基づいて説明する。なお、図示の都合上、図面の一部のハッチングを省略している。

まず、図 3 ～ 図 6 までの各工程をホットダイオードアレイ 1 と同様にして実行する。次に、n 型シリコン基板 3 の厚さが所定の厚さになるまで裏面を研磨して n 型シリコン基板 3 の薄型（薄板）化を行う。続いて、n 型シリコン基板 3 の表面および裏面に、LP-CVD（またはプラズマ CVD）によりシリコン窒化膜（SiN）26 を形成し、さらに続いて表面側のシリコン酸化膜 22 とシリコン窒化膜 26 に、所定のホットマスクを用いてパターニングを行い、各表面側凹部 45 を形成しようとする領域のみ開口する（図 16 参照）。

【0052】

次に、n 型シリコン基板 3 の表面に、その各 p 型不純物拡散層 5 が形成されている領域を対象として、p 型不純物拡散層 5 の杵状周辺部 5a が残るように、その内側をアルカリエッチングにより除去して表面側凹部 45 を形成し、これによって n 型シリコン基板 43 を得る。すると、表面側凹部 45 の開口部に、p 型不純物の拡散した領域として杵状周辺部 5a が形成され、それに続く側面 45b と底部 45a が形成される。なお、杵状周辺部 5a は必須というわけではないがこれを形成すると、表面側凹部 45 の凹部エッチングのエッジ部分でのダメージによる雑音や暗電流を防止する効果が得られる。図 14、15、24 ではホットダイオードアレイチップに、杵状周辺部 5a がいない場合の例を示している。

【0053】

次いで、形成された各表面側凹部 45 の底部 45a にボロン等をドーピングする。これにより、各表面側凹部 45 の底部 45a に p 型不純物拡散層 5b が形成されることとなり、表面側に、その p 型不純物拡散層 5b と n 型シリコン基板 43 の

p n 接合によるホットダイオード4が縦横のアレイ状に2次元配列で形成される。さらに、表面側のシリコン窒化膜26で被覆されていなかった部分にシリコン酸化膜22を形成する(図17参照)。なお、このとき、図示はしないが裏面側のシリコン窒化膜26にもシリコン酸化膜が形成される。

【0054】


続いて、表面側を保護した状態のまま裏面側からシリコン窒化膜26を除去した後、裏面側にn型イオン種(例えば、リンや砒素)のイオン注入などにより、n型シリコン基板43よりも不純物濃度が高い上述のアキュムレーション層8を形成する。さらに、熱酸化を行い、裏面側にAR膜24を形成する。その後、表面側からシリコン窒化膜26を除去する(図18参照)。

【0055】

そして、ホットエッチング技術により各ホットダイオード4の形成領域において、各p型不純物拡散層5bへつながるコンタクトホールを表面側のシリコン酸化膜22に形成する。続いて、蒸着によりアルミニウム金属膜を表面側全体に形成した上で、所定のホットマスクを用いてパターニングを行い、ホットエッチング技術により、その金属膜の不要な部分を除去して電極配線9を形成する(図19参照)。次に、第1の実施形態と同じ要領で裏面側にスペーサ6を設ける(図20参照)。

【0056】

続いて、表面側にスパッタやプラズマCVDなどによりパッシベーション膜2となるSiN25を形成して、そのSiN25の所定の位置にコンタクトホールを形成する。続いて、各電極配線9の所定の場所のみが開口するようにSiN25をパターニングする(図21参照)。さらに、第1の実施形態と同様の要領で、その開口部の電極配線9と電氣的に接続するNi-AuからなるUBM11を無電解メッキ等により形成し、そのUBM11に重ねてバンプ電極12を形成すると(図22参照)、実装時におけるダメージに起因するノイズや暗電流が発生せず高精度な光検出を行えるホットダイオードアレイ41を製造することができる。なお、図にはアノード電極の取り出しのみを示しているが、カソード(基板)電極もアノード電極と同様に、n+型不純物領域7から取り出すことができる(



図示せず)。

【0057】

次に、本発明の放射線検出器の第2の実施形態について説明する。

図24は、本実施形態に係る放射線検出器55の側断面図である。この放射線検出器55は、放射線を入射して、その放射線によって生じた光を光出射面31aから出射するシンチレータパネル31と、シンチレータパネル31から出射された光を光入射面から入射し、電気信号に変換する上述のホトダイオードアレイ41とを備えている。この放射線検出器55は、本発明に係るホトダイオードアレイ41を備えることを特徴としている。

【0058】

シンチレータパネル31はホトダイオードアレイ41の裏面側（入射面側）に取り付けられているが、ホトダイオードアレイ41は、その裏面側に上述したスペーサ6が設けられている。そのため、シンチレータパネル31の裏面、すなわち、光出射面31aが直接ホトダイオード4の対応領域に接することはない。また、シンチレータパネル31の光出射面31aと、スペーサ6を含む裏面側との隙間には光が十分透過するように特性を考慮した屈折率を有する第1の実施形態と同様の光学樹脂35が充填され、この光学樹脂35により、シンチレータパネル31から出射された光が効率よくホトダイオードアレイ41に入射するようになっている。

【0059】

そして、ホトダイオードアレイ41を図示しない実装配線基板上にボンディングする際には平コレットで表面を吸着する。しかし、ホトダイオードアレイ41の裏面には、上述したスペーサ6が設けられているため、平コレットの吸着面が直接対応領域に接することはない、シンチレータパネル31を取り付けたときにその光出射面31aがホトダイオード4の対応領域に直接接することもない。したがって、このようなホトダイオードアレイ41とシンチレータパネル31とを有する放射線検出器55は、実装時における対応領域のダメージによるノイズや暗電流等の発生を防止することができるから、光検出が精度よく行われ、放射線の検出も精度良く行える。

【0060】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、ホットダイオードアレイおよびその製造方法並びに放射線検出器において、実装時におけるホットダイオードの対応領域のダメージによるノイズや暗電流等の発生を効果的に防止することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施形態に係るホットダイオードアレイの要部を拡大して模式的に示す断面図である。

【図2】

第1の実施形態に係るホットダイオードアレイを構成する半導体チップの側面図およびその要部を拡大して示す断面図である。

【図3】

第1の実施形態のホットダイオードアレイの製造工程を示す要部拡大断面図である。

【図4】

図3の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図5】

図4の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図6】

図5の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図7】

図6の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図8】

図7の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図9】

図8の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図10】

図9の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 1 1】

図 1 0 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 1 2】

第 1 の実施形態に係るホトダイオードアレイを模式的に示す平面図で、(a) は連続した壁部を縦横に配置し十字状に交差させて非対応領域を設けた場合、(b) は辻部以外の部分に壁部を断続的に配置して設けた場合、(c) は辻部に十字状壁部を配置して設けた場合である。

【図 1 3】

第 1 の実施形態に係るホトダイオードアレイを模式的に示す別の平面図で、(a) は形成領域全体を取り囲める位置に縁取りした枠状壁部を設けた場合、(b) は (a) の一部欠落した枠状壁部を設けた場合、(c) は図 1 2 (a) と図 1 3 (a) の壁部をともに設けた場合である。

【図 1 4】

第 2 の実施形態に係るホトダイオードアレイの要部を拡大して模式的に示す断面図である。

【図 1 5】

第 2 の実施形態に係るホトダイオードアレイを構成する半導体チップの側面図およびその要部を拡大して示す断面図である。

【図 1 6】

第 2 の実施形態のホトダイオードアレイの製造過程の途中の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 1 7】

図 1 6 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 1 8】

図 1 7 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 1 9】

図 1 8 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 2 0】

図 1 9 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 2 1】

図 2 0 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 2 2】

図 2 1 の後続の工程を示す要部拡大断面図である。

【図 2 3】

本発明に係るホトダイオードアレイを有する第 1 の実施形態に係る放射線検出器の要部を拡大して模式的に示す断面図である。

【図 2 4】

本発明に係るホトダイオードアレイを有する第 2 の実施形態に係る放射線検出器の要部を拡大して模式的に示す断面図である。

【図 2 5】

半導体チップをコレットにより吸着した状態を模式的に示し、(a) は平コレットにより吸着した状態を示す断面図、(b) は角錐コレットにより吸着した状態を示す断面図である。

【図 2 6】

従来技術のホトダイオードアレイを示す斜視図である。

【図 2 7】

図 2 6 の D-D 線断面図である。

【符号の説明】

- 1, 41…ホトダイオードアレイ
- 3, 43…n 型シリコン基板
- 4…ホトダイオード、5…p 型不純物拡散層
- 6…スペーサ、7…n⁺型不純物領域
- 8…アキュムレーション層
- 13a、13c…壁状スペーサユニット
- 13d…十字状スペーサユニット
- 13e、13f…枠状スペーサユニット
- 31…シンチレータパネル
- 45…表面側凹部、45a…底部

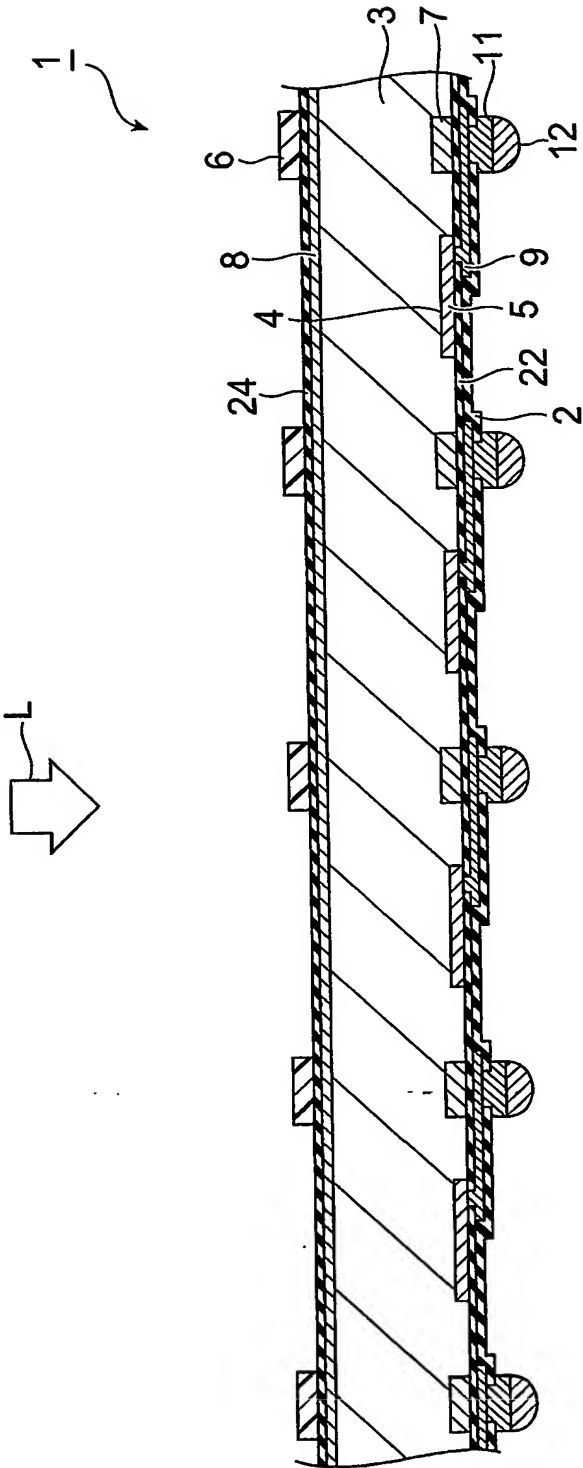


5 0 , 5 5 …放射線検出器

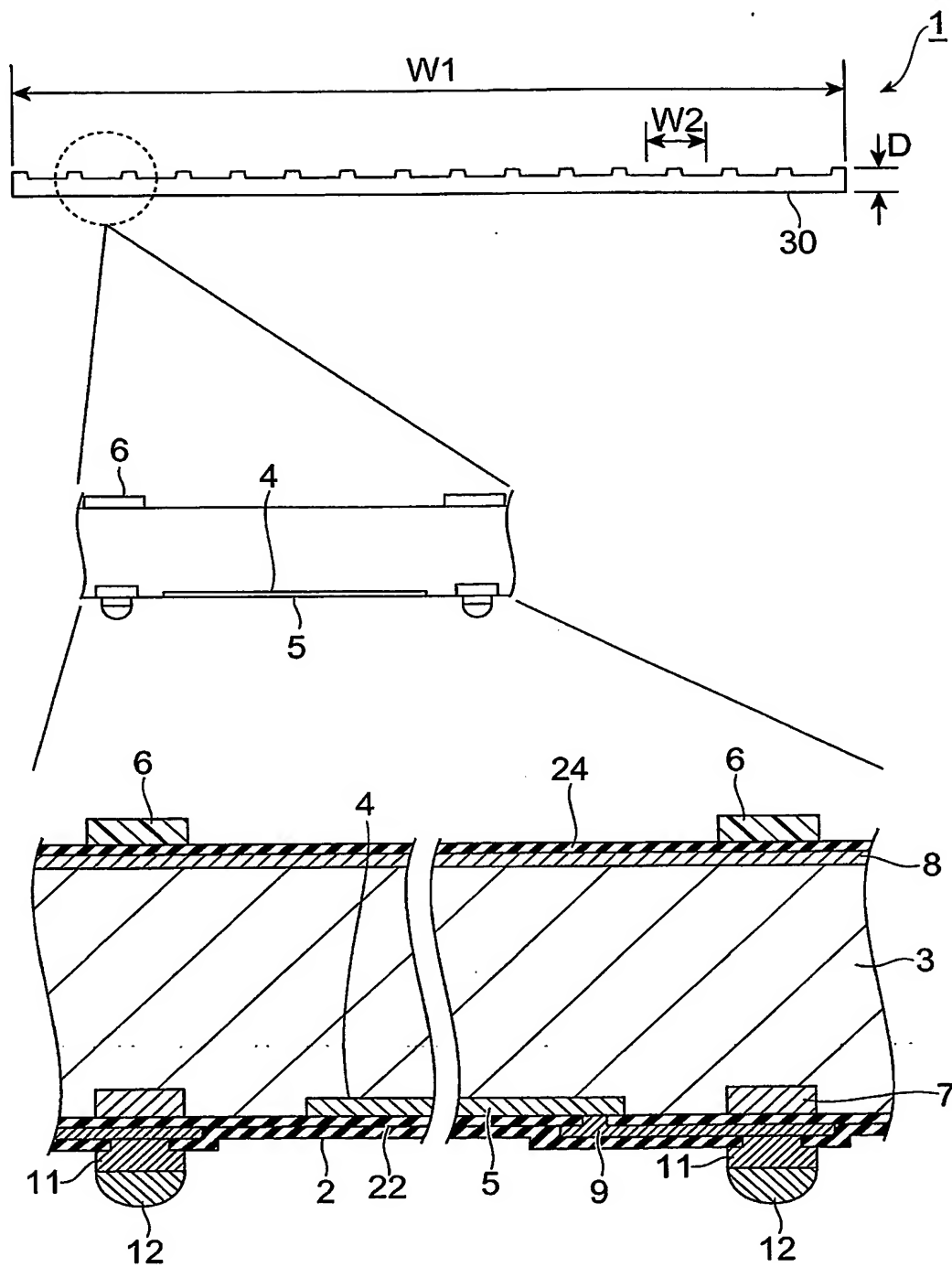
【書類名】

図面

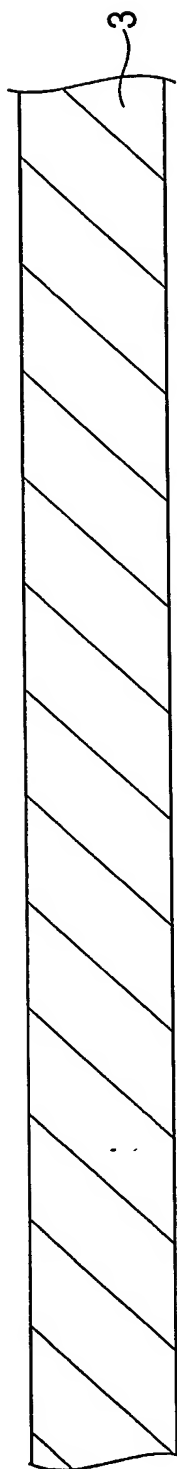
【図 1】



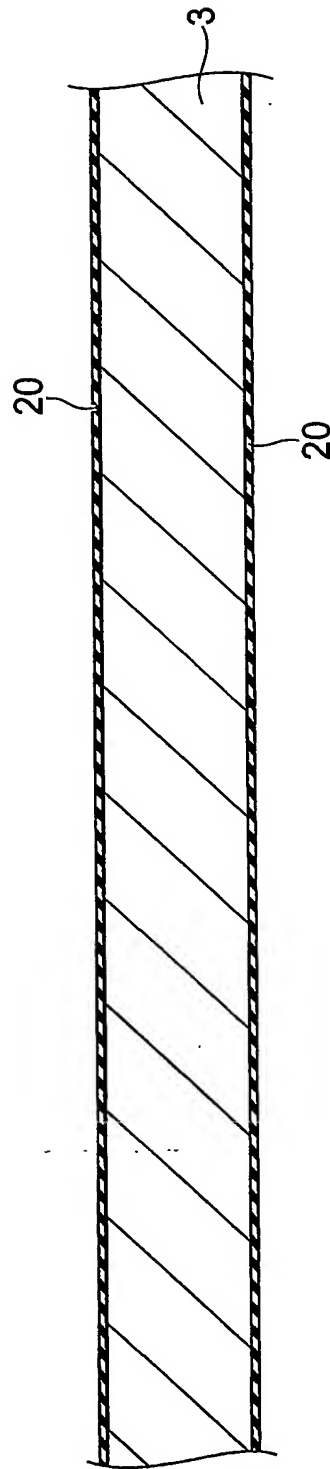
【図 2】



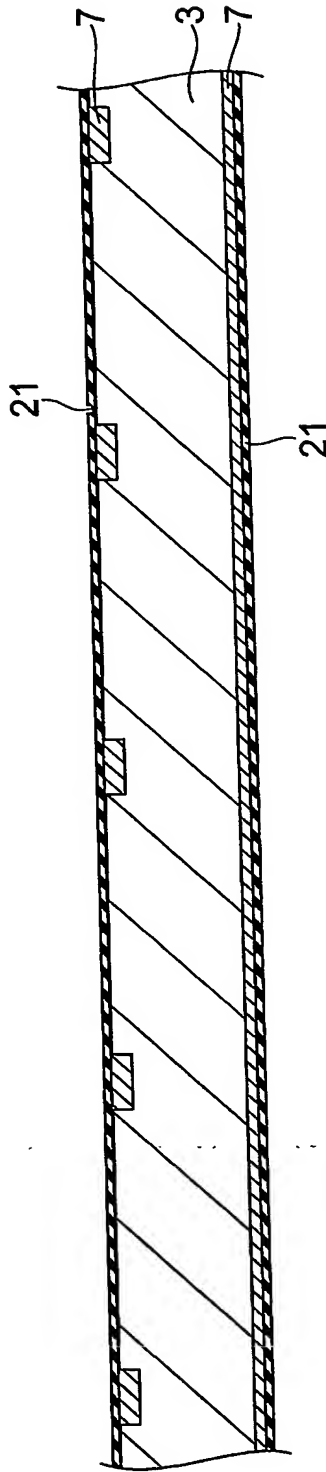
【図 3】



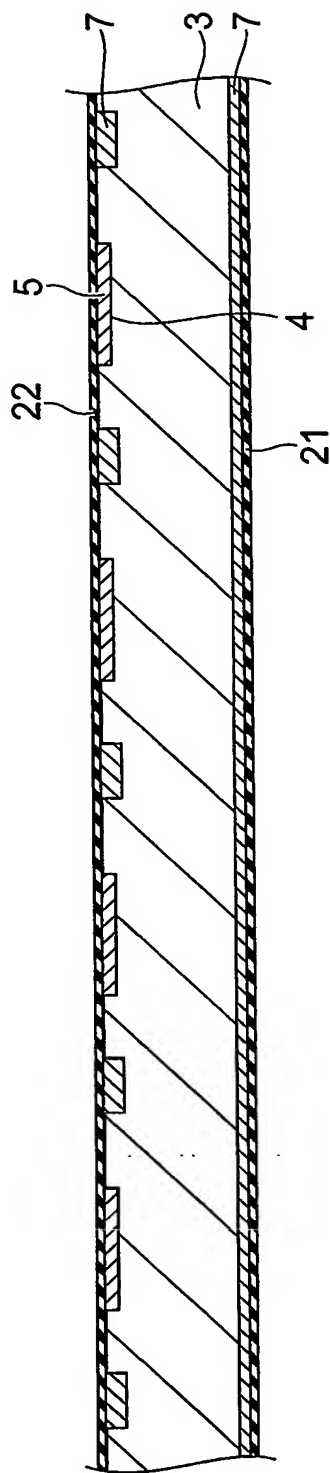
【図 4】



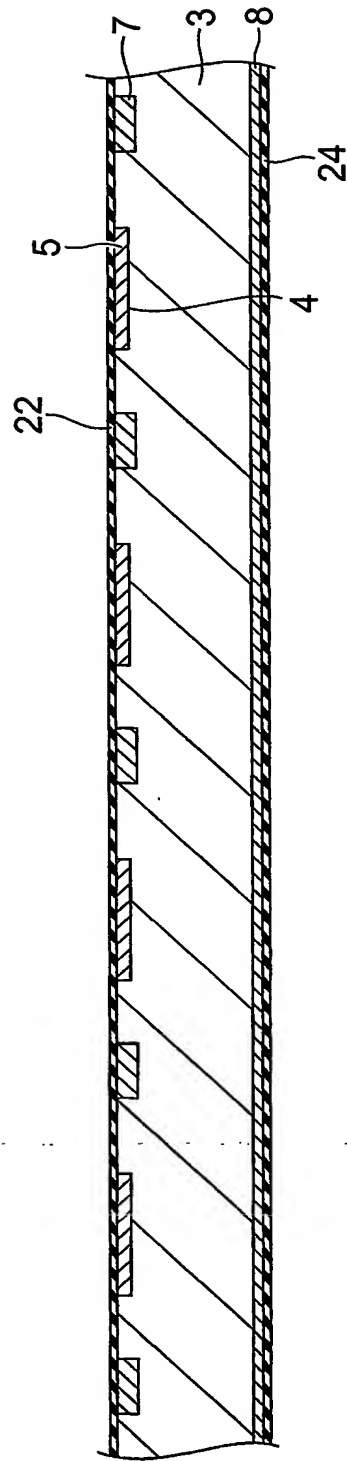
【図 5】



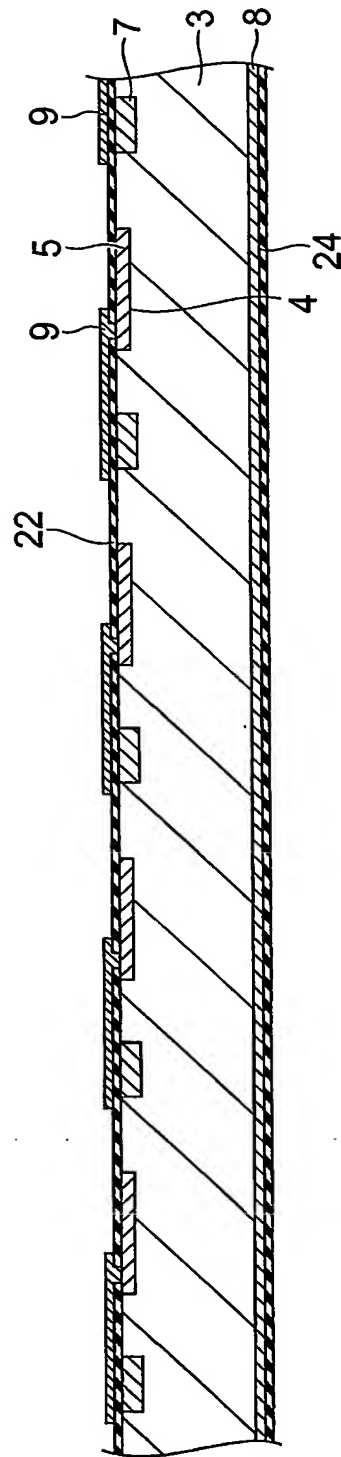
【図 6】



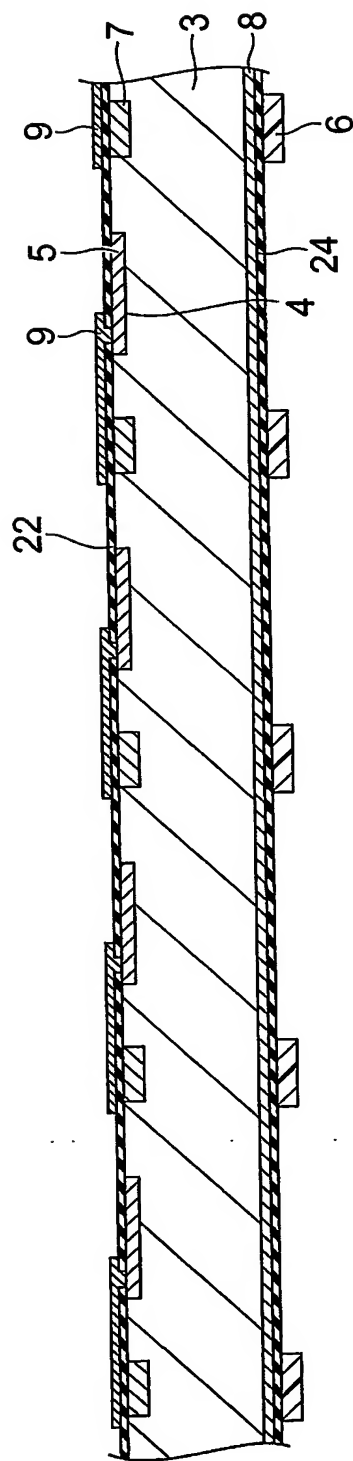
【図 7】



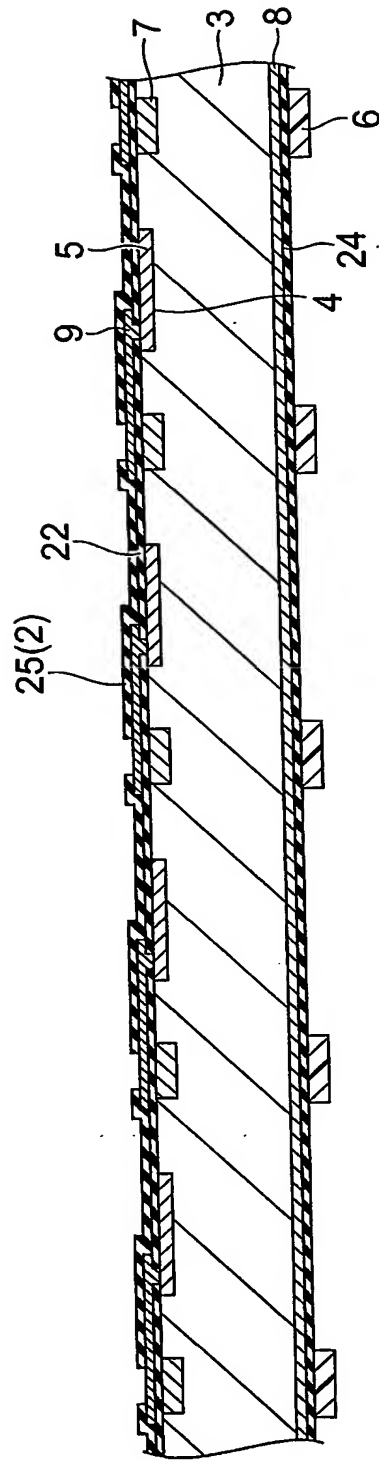
【図 8】



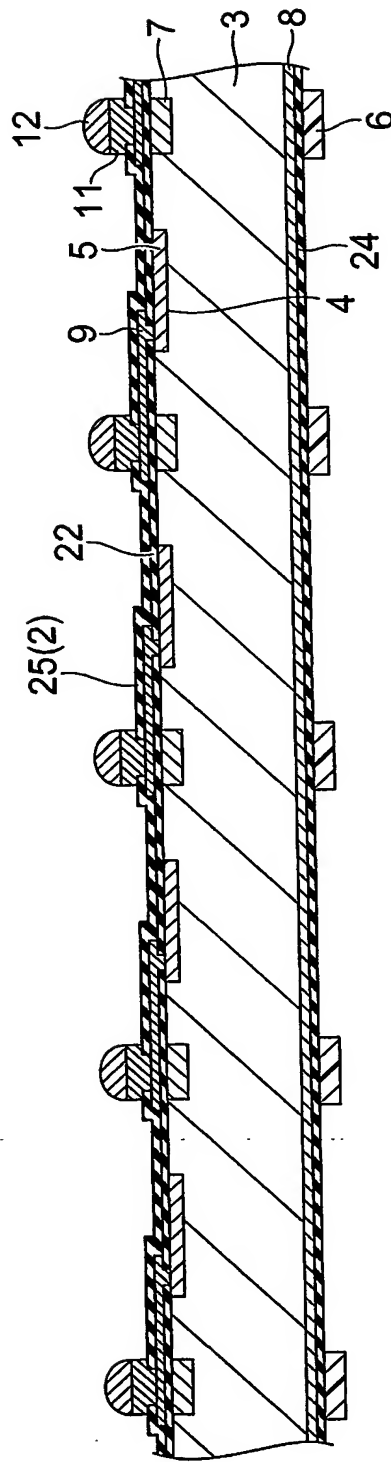
【図 9】



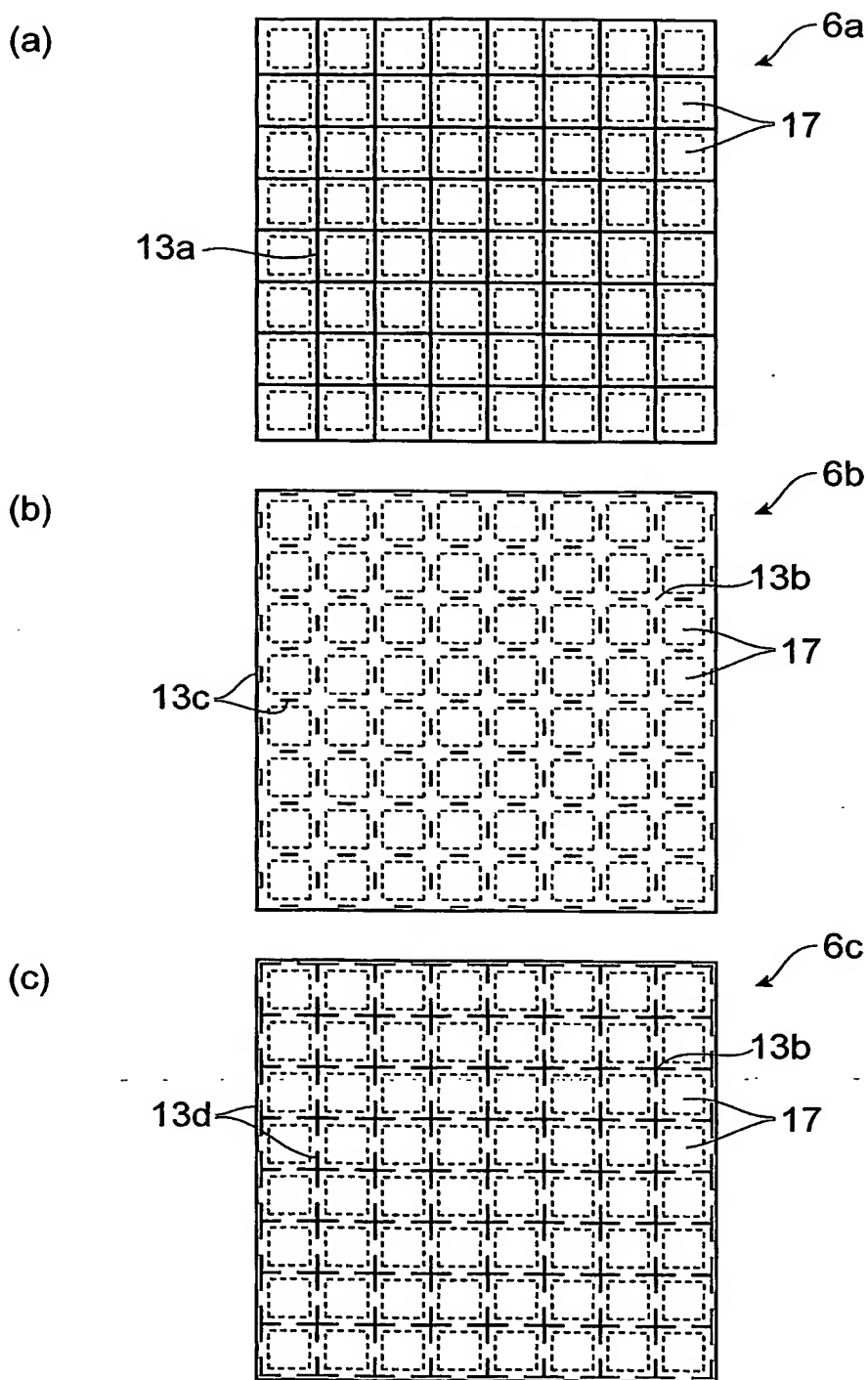
【図 10】



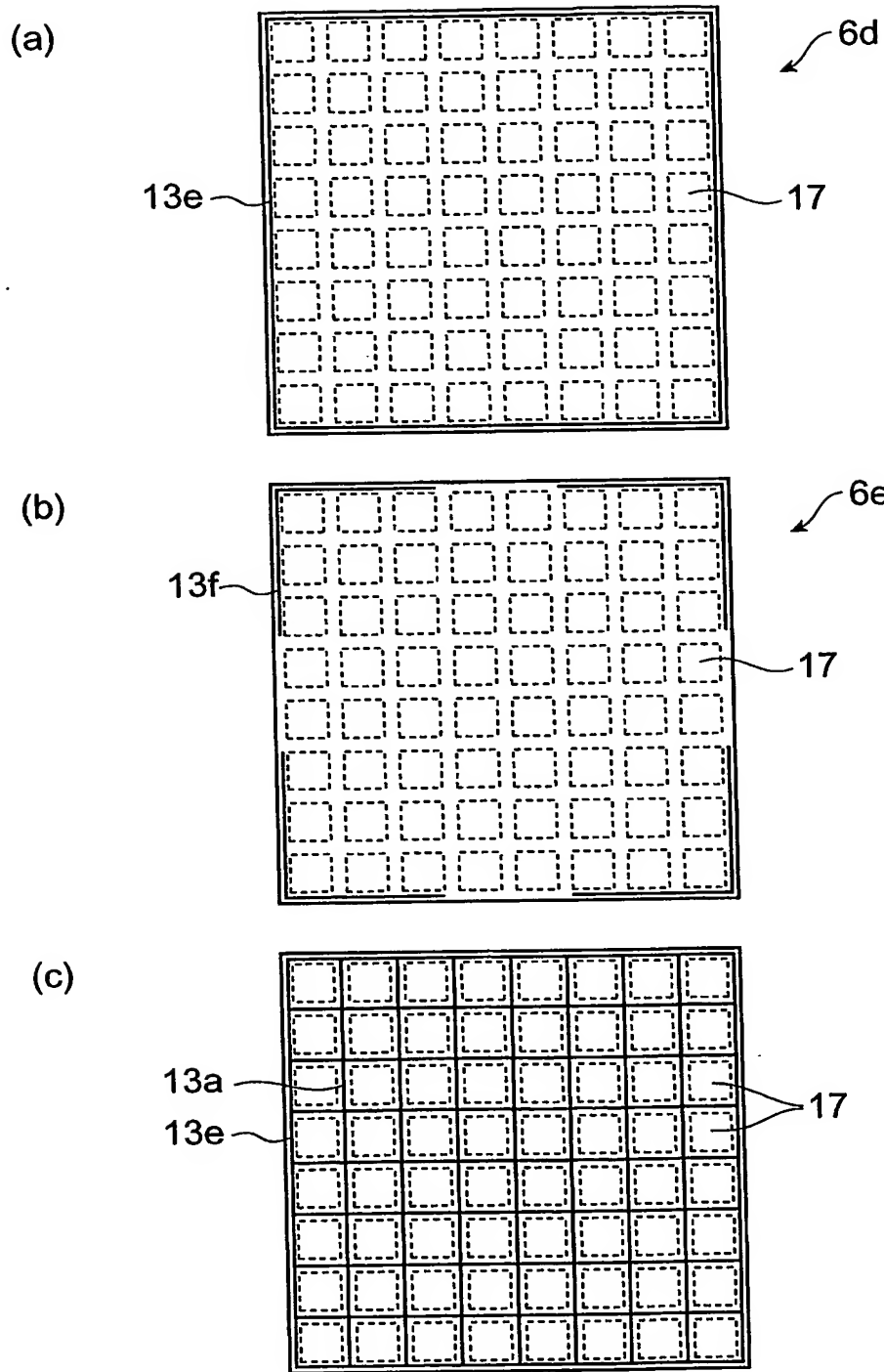
【図 11】



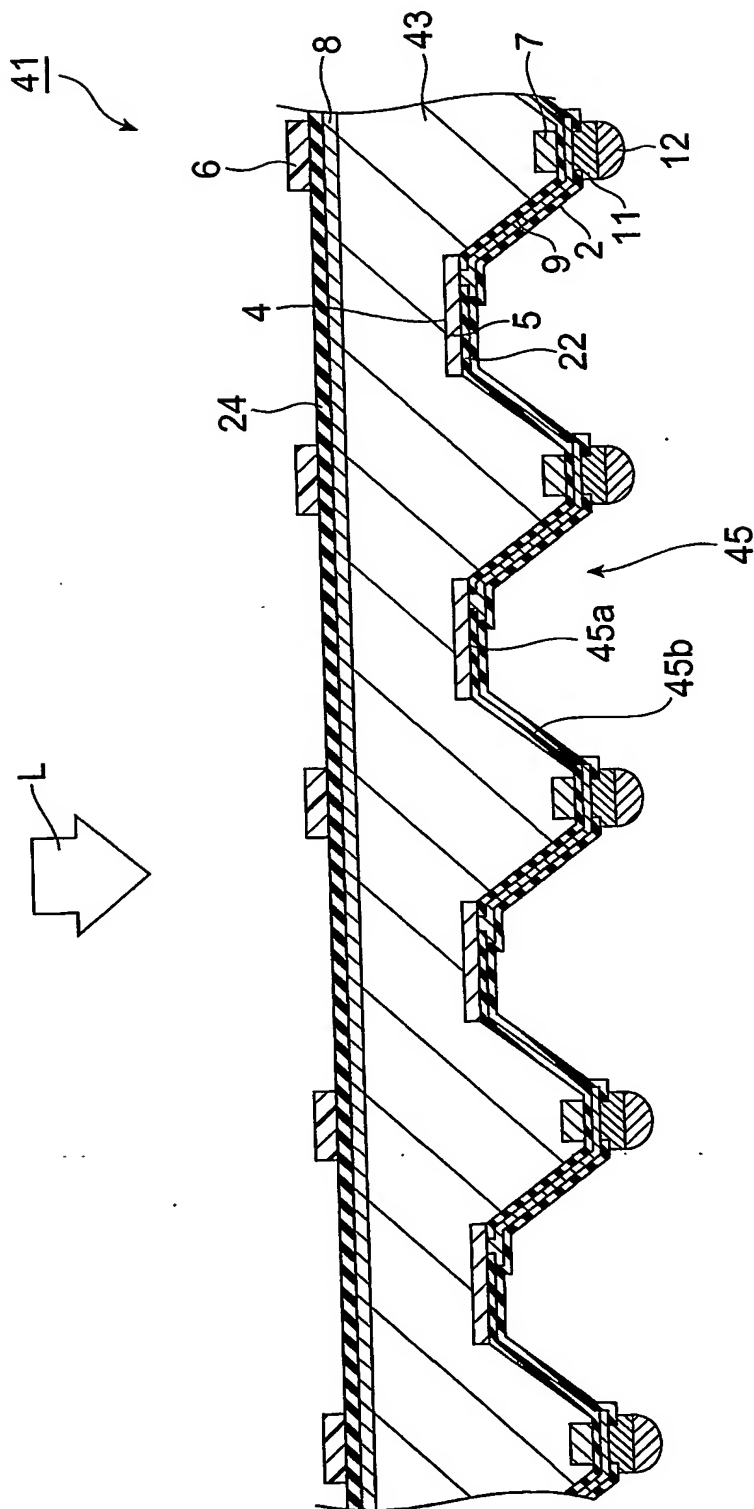
【図 12】



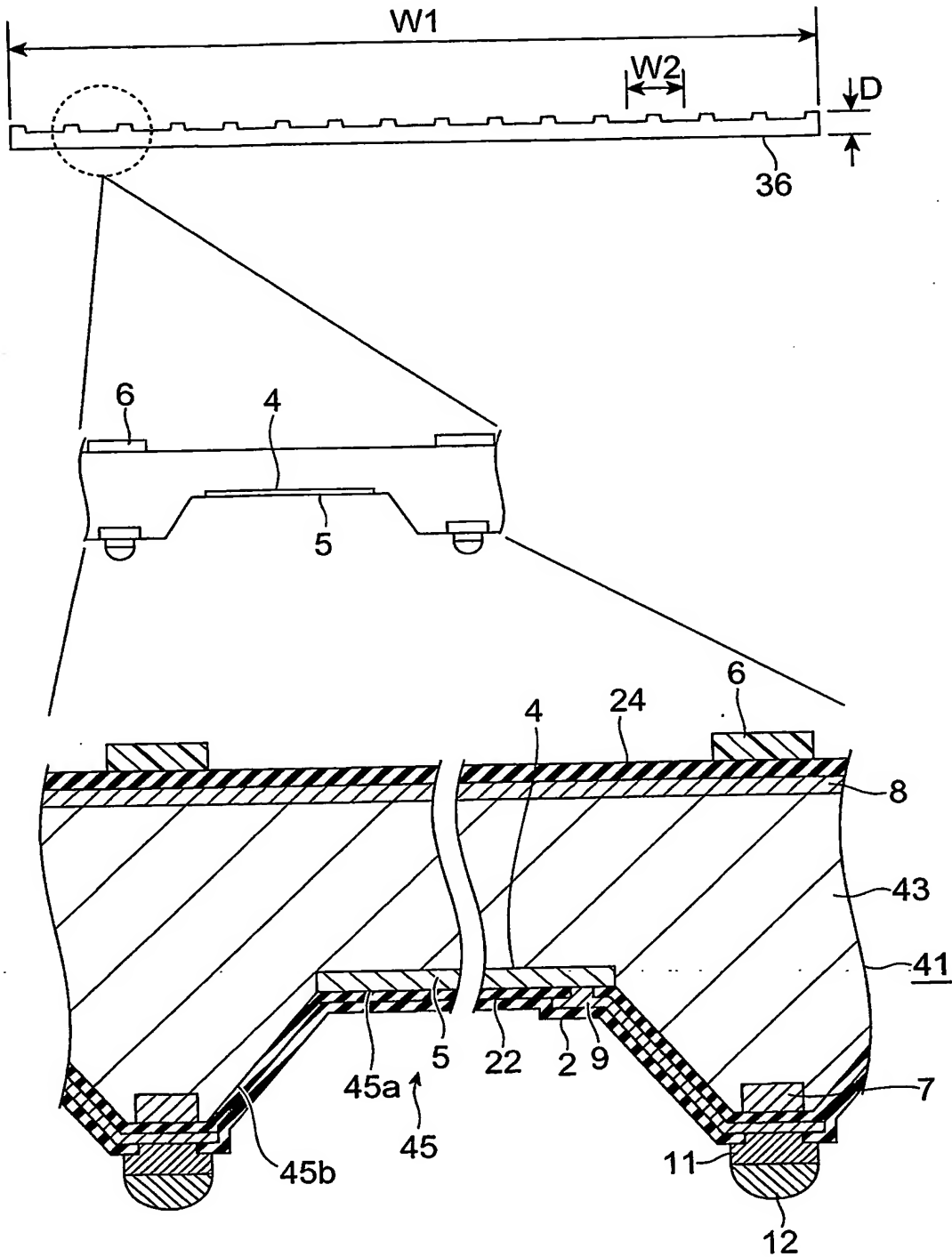
【図 13】



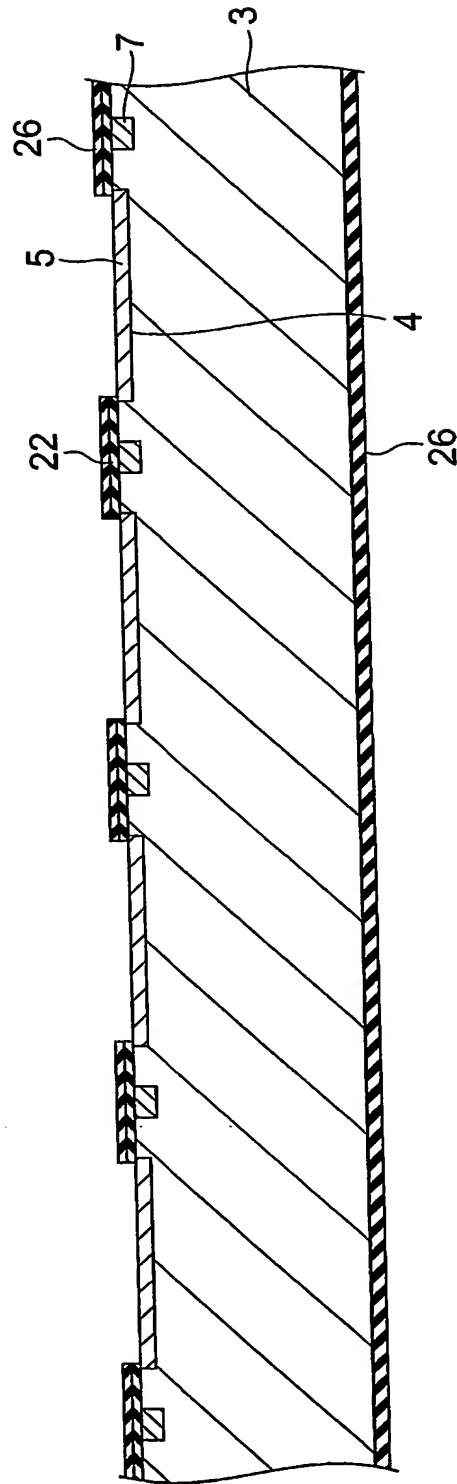
【図 14】



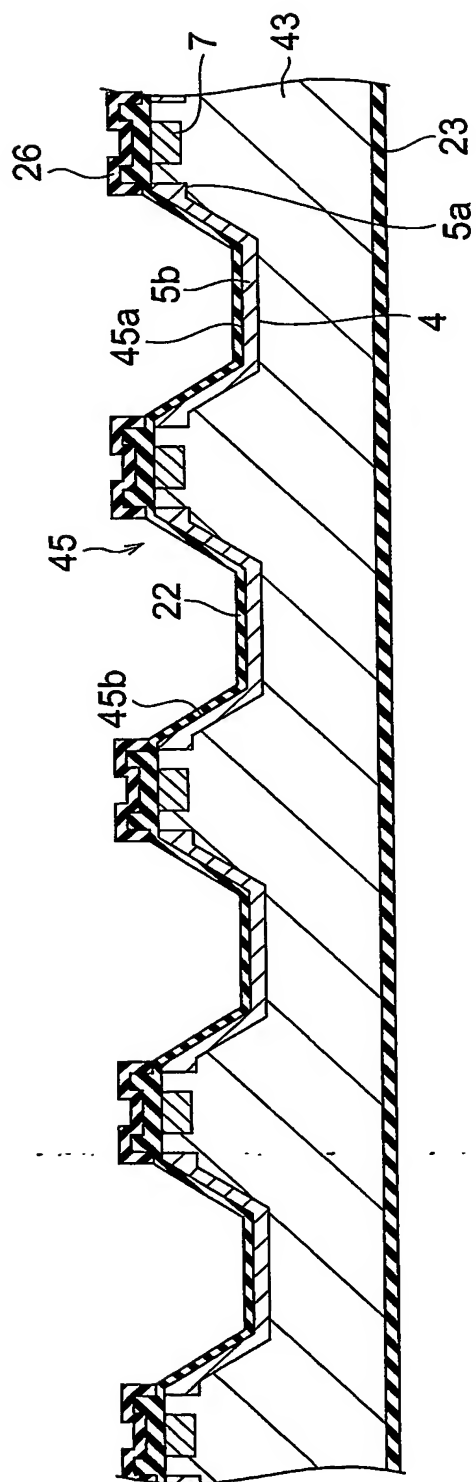
【図 15】



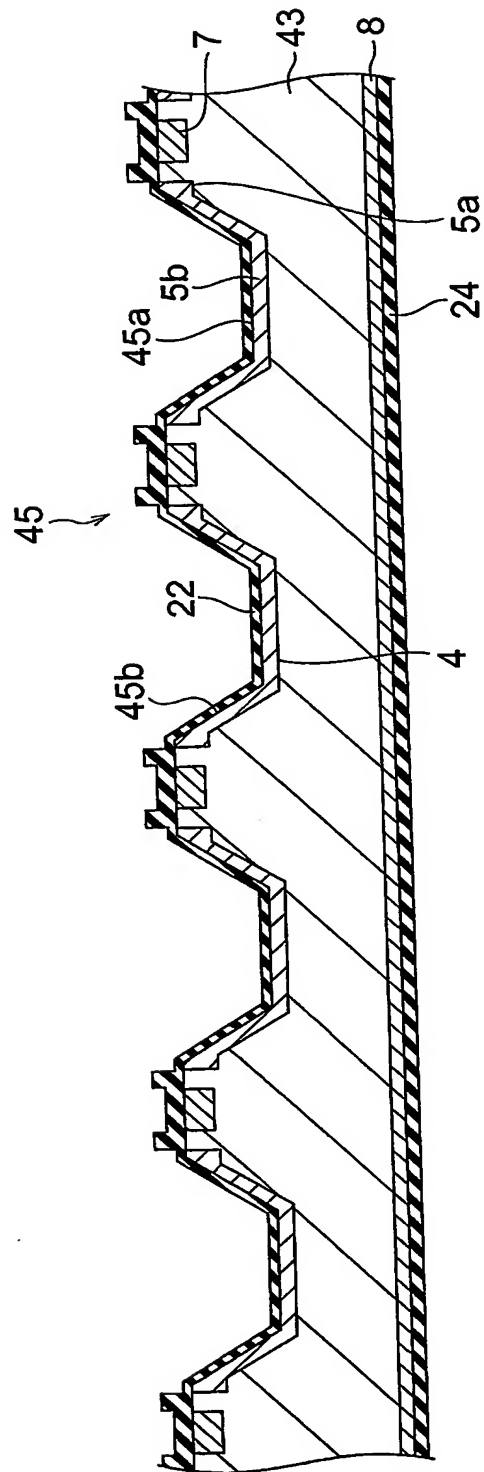
【図 16】



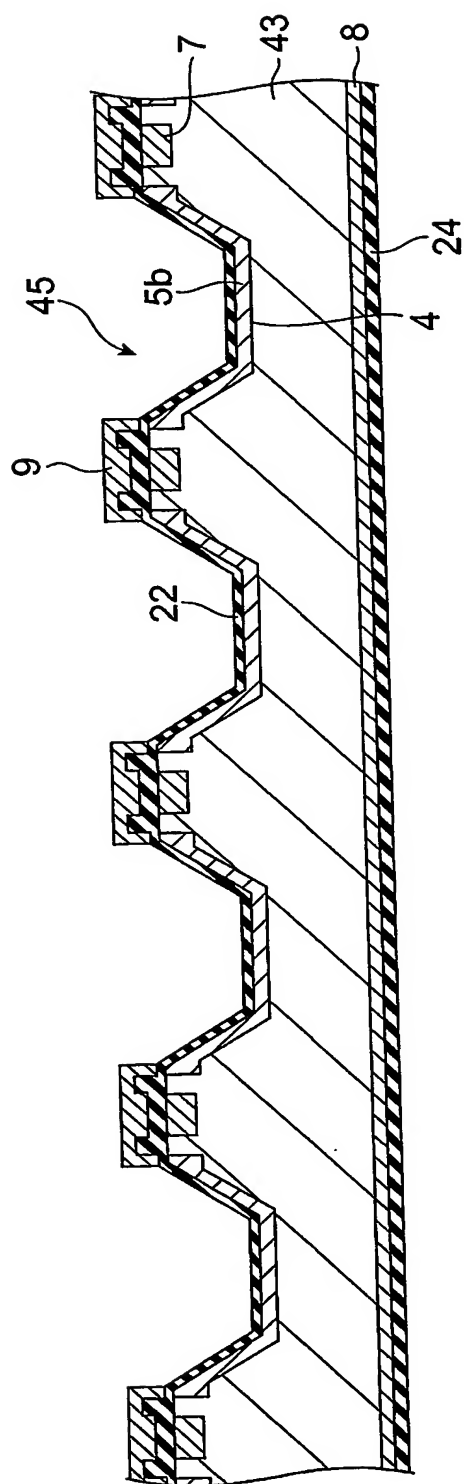
【図 17】



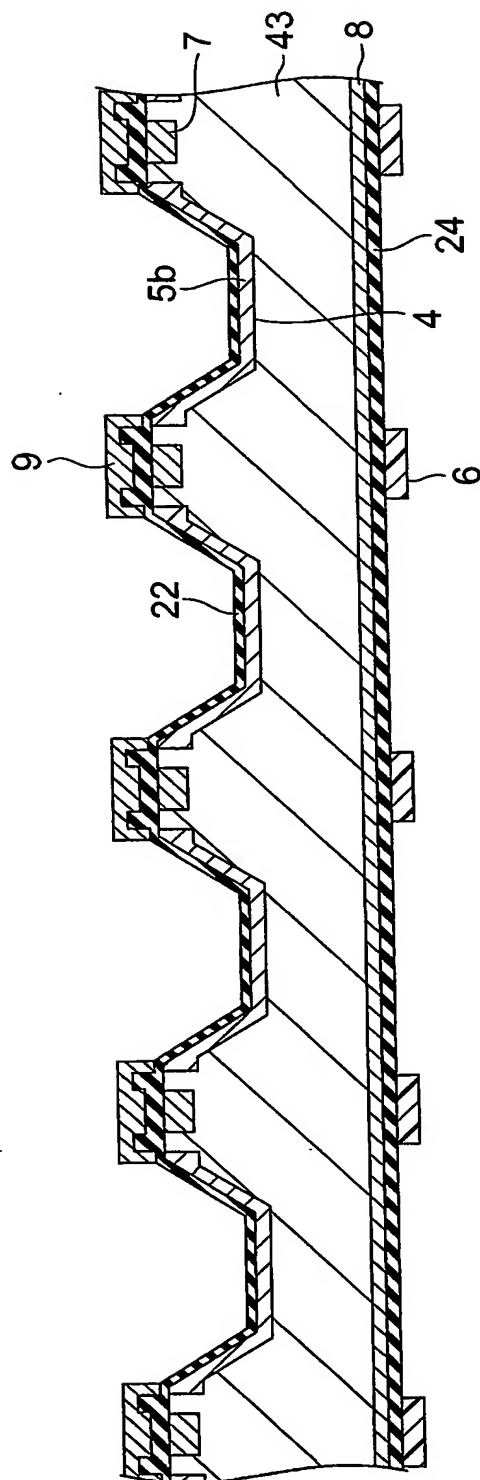
【図 18】



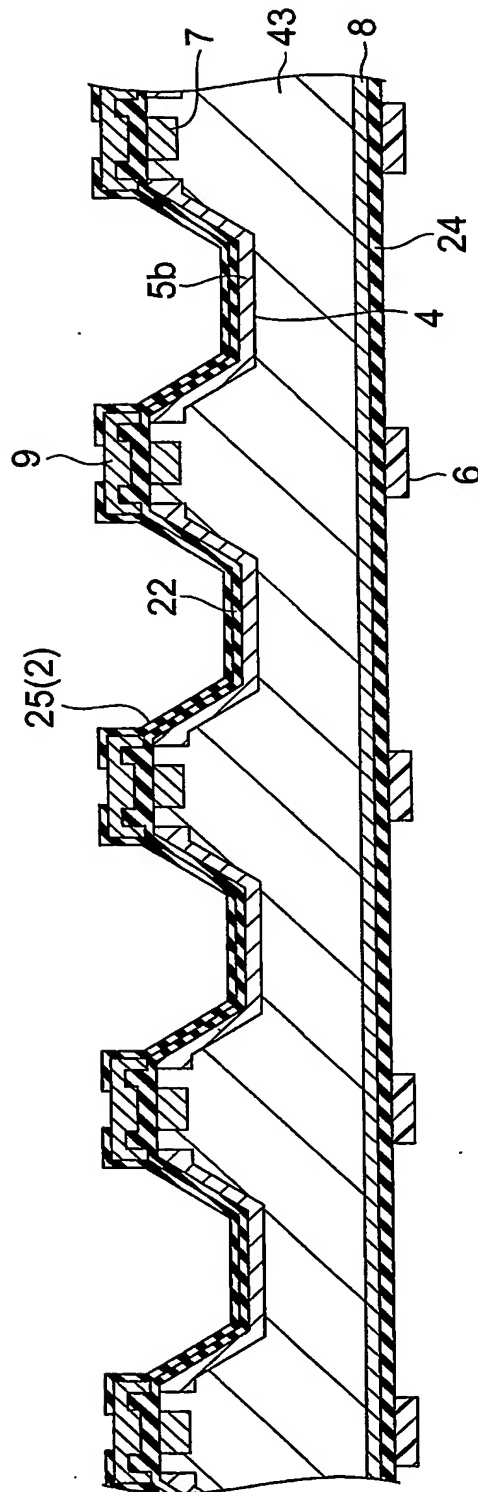
【図 19】



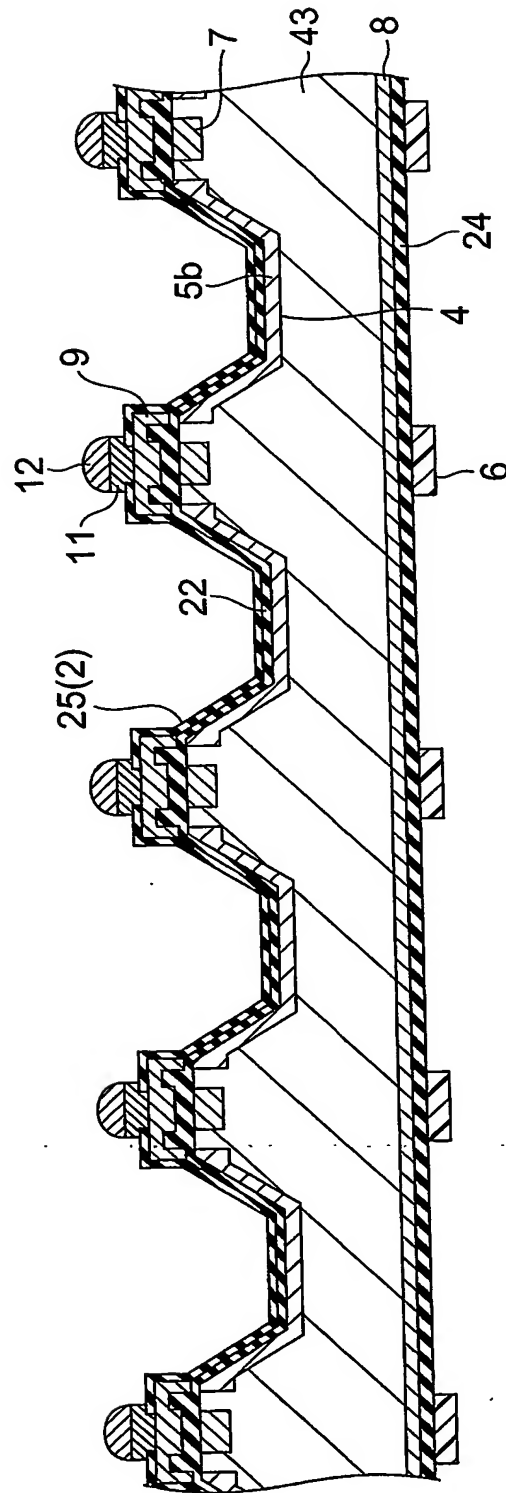
【図 20】



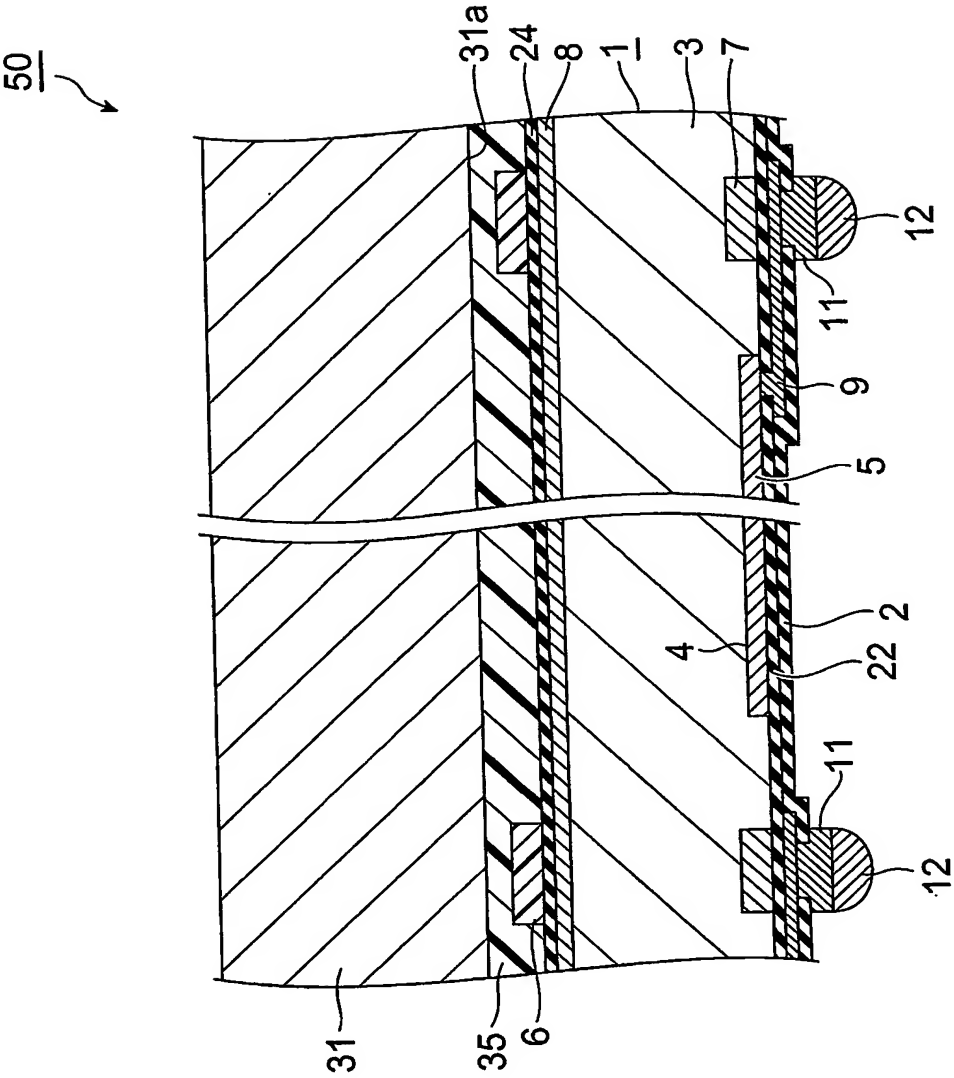
【図 21】



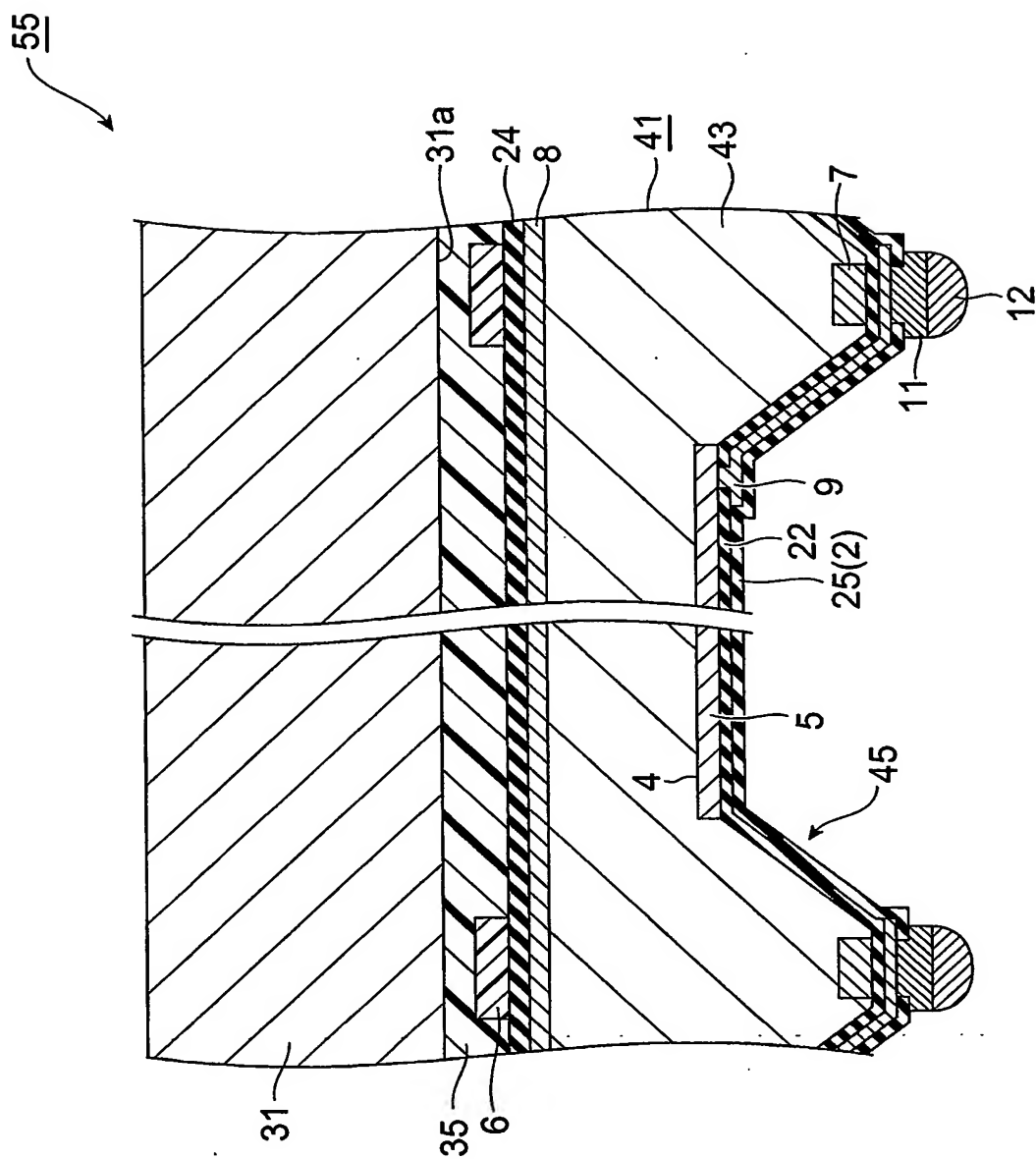
【図 22】



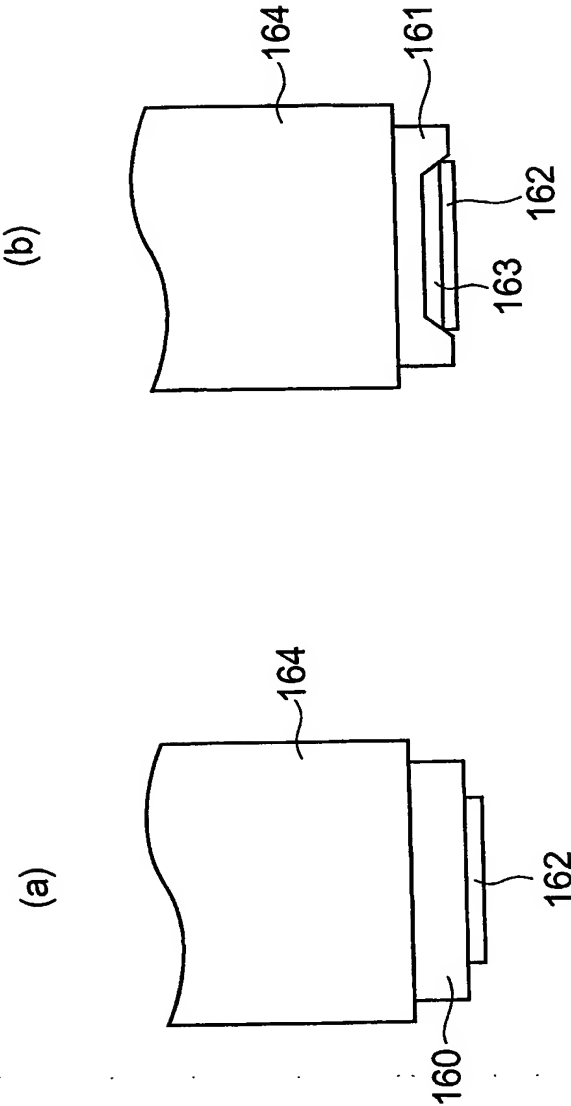
【図 23】



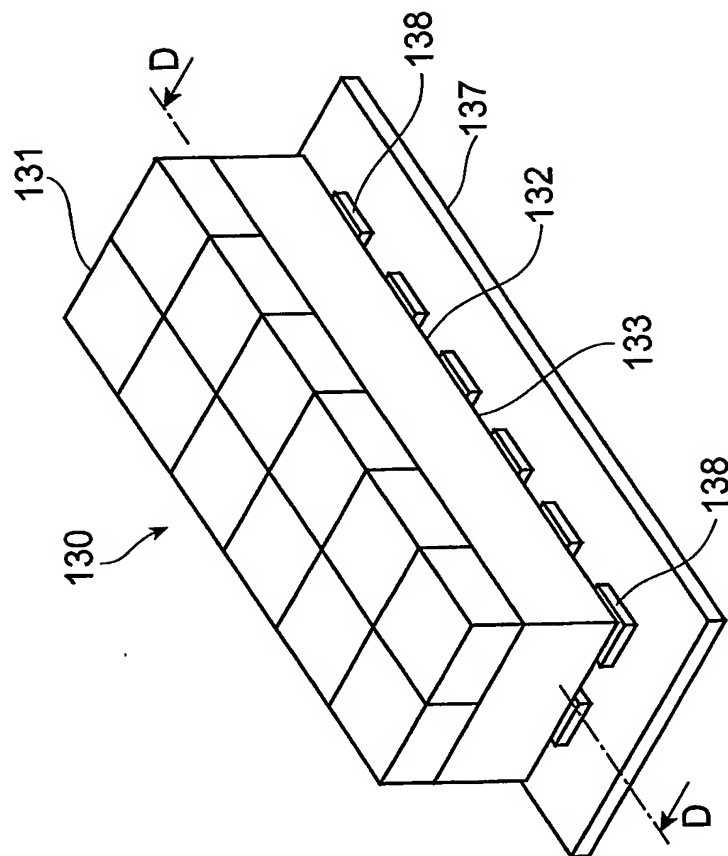
【図 24】



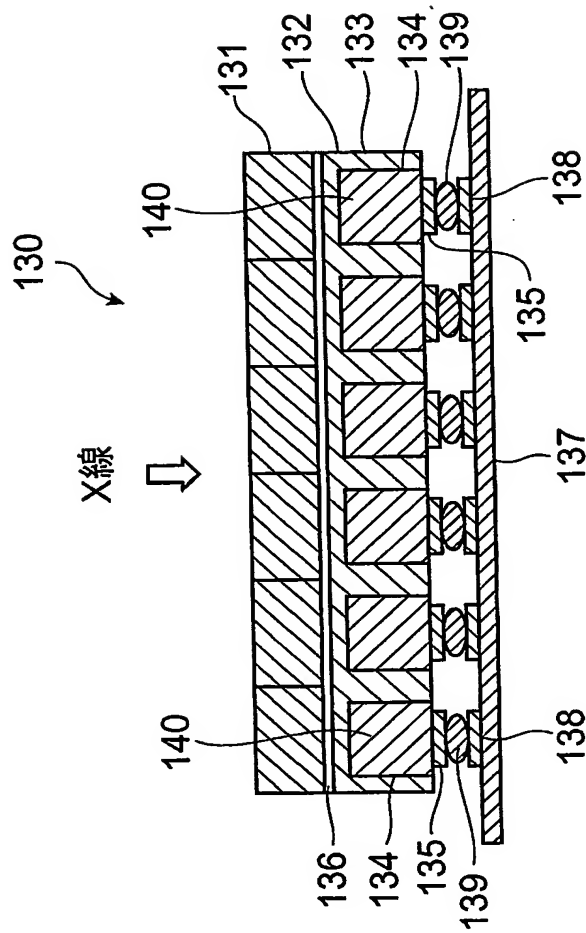
【図 25】



【図 26】



【図 27】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ホトダイオードアレイおよびその製造方法並びに放射線検出器において、実装時におけるホトダイオードの対応領域にもたらされるダメージによるノイズの発生を防止する。

【解決手段】 n型シリコン基板3の被検出光Lの入射面の反対面側に、複数のホトダイオード4がアレイ状に形成されたホトダイオードアレイにおいて、その入射面側のホトダイオード4が形成された領域と対応しない領域に、所定の高さを有し、樹脂、金属又は絶縁材からなるスペーサ6を設けてホトダイオードアレイ1とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 8 7 7 6 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 2 3 6 4 3 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

静岡県浜松市市野町 1 1 2 6 番地の 1

氏 名

浜松ホトニクス株式会社